



Проф. К. В. Чмутов

ФОТОГРАФИЯ



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА СОЛДАТА

ПРОФЕССОР
К. В. ЧМУТОВ

ФОТОГРАФИЯ

*Под редакцией
лауреата Сталинской премии
члена-корреспондента Академии наук СССР
К. В. ЧИБИСОВА*



ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР

Москва — 1951

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *Я. М. Кадер*
Обложка художника *С. А. Митрофанова*
Технический редактор *Т. П. Зубакова*
Корректор *О. И. Клюкина*

Г52001. Подписано к печати 2.1.51. Изд. № 1/3548.
Формат бумаги 84г108/32—1,125 бум. л.=4,69 печ. л.+3.вкл.—0,93 б. л.=0,30 п. л. 3,84 уч.-изд. л. Зак. 782.

1-я типография имени С. К. Тимошенко Управления Военного Издательства Военного Министерства Союза ССР

ВВЕДЕНИЕ

Фотографические снимки на страницах наших газет ежедневно рассказывают нам о событиях, происходящих в самых удалённых уголках нашей необъятной Родины. Документальная точность, правдивость и партийная целеустремлённость — вот основные качества советского фотографического снимка.

Важнейшие открытия и приоритет в области науки получения фотографического изображения принадлежат русским учёным. В 1818 году русский химик Гротгус установил, что свет производит химические изменения в веществе только в том случае, если он поглощается этим веществом. Этот закон, высказанный за двадцать лет до опубликования фотографических снимков, подтверждает закон сохранения вещества энергии, открытый гениальным русским учёным М. В. Ломоносовым. Тончайшие процессы, происходящие под действием света, привлекали внимание великого учёного Д. И. Менделеева, писавшего в одной из своих работ, что «химические процессы фотографии имеют большой интерес не только практического, но и теоретического свойства». Придавая большое значение развитию научной фотографии, Д. И. Менделеев создаёт в 1877 году «Фотографическое общество» и активно участвует в работе фотографического отдела Русского технического общества. Труды крупнейшего русского учёного К. А. Тимирязева в области физиологии растений также основаны на изучении фотохимических превращений вещества. Тимирязеву принадлежат работы: «Фотохимические действия крайних лучей спектра», «О значении ортохроматических снимков» и другие труды, связанные с вопросами фотографии.

Русские учёные и изобретатели сделали огромный вклад и в области прикладной фотографии. В 1875 году московский фотограф механик-самоучка Д. П. Езучевский построил первый в мире фотоаппарат для стереоскопической съёмки и сконструировал дорожную фотокамеру, отличавшуюся от существовавших тогда громоздких фотоаппаратов своею портативностью.

Важнейшая часть каждого фотографического аппарата — моментальный щелевой затвор — впервые в истории фотографии был изобретён и построен в 1883 году витебским фотографом С. А. Юрковским. Это изобретение было украдено немецкими и английскими фирмами, которые присвоили себе таким образом «приоритет» на эту конструкцию. Такая же участь постигла и другое замечательное русское изобретение — фотоплёнку. В 1882 году московский фотограф И. В. Болдырев демонстрировал на Всероссийской промышленной выставке в Москве изготовленные им образцы фотографической плёнки, на которой можно было снимать так же, как и на пластинках. Это изобретение имеет и в наше время огромное техническое значение, так как фотоплёнка обладает во многих случаях большими преимуществами перед фотопластинками, а в воздушной фотографии и кинематографии она незаменима. Открытие Болдырева было украдено американской фирмой, и продукция этой фирмы экспортировалась в различные страны под американской маркой.

Цветная фотография, с которой читатель познакомится в конце этой брошюры, впервые возникла также в России. Фотоаппарат для цветного фотографирования был запатентован в 1889 году изобретателем Козловским, а русский физик И. Ф. Усагин демонстрировал цветные фотографии на международном фотографическом конгрессе. В 1896 году фотограф Е. Ф. Буринский сделал доклад на съезде Русского фотографического общества о разработанном им методе фотографирования. Этот метод «цветоделительного фотографирования» положен в основу всех современных методов цветной фотографии.

Таким образом, приоритет русских учёных и изобретателей в развитии научной и прикладной фотографии совершенно неоспорим.

В условиях дореволюционной России творческая работа изобретателей в области фотографии была затруд-

нена. Развитие отечественной фотографии тормозилось отсутствием собственной фотопромышленности. Продукция нескольких небольших фабрик и заводов хотя и не уступала по качеству заграничным фотоматериалам, но выпускалась в очень ограниченном количестве и ассортименте. Сам процесс производства фотопластинок и фотобумаги не имел никакой научной базы и основывался главным образом на «производственных секретах» мастеров. Эти секреты передавались от человека к человеку, перекупались другими фабрикантами, но так как науки здесь всё же никакой не было, то не могло быть и речи о каком-нибудь коренном улучшении производства. Трудности развития усугублялись ещё и тем, что царское правительство всячески поощряло любую, даже никчёмную «новинку» — лишь бы она была «заграничной», и тем самым ставило рогатки использованию отечественных изобретений. Но даже и в этих условиях русские фотографы и конструкторы всегда опережали зарубежную технику.

Русские фотографы не только оставили нам замечательные фотодокументы — портреты великих деятелей а писателей — Тургенева, Толстого, Некрасова и других,— но и пропагандировали достижения отечественной фотографии на выставках. Фотограф С. Л. Левицкий первый в мире получил в 1843 году медаль за художественные снимки Кавказа. Фотограф А. О. Карелин (1837—1906 гг.) в своих работах, ярко отражающих народную жизнь, показал, каких художественных высот достигла русская фотография.

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла широкие горизонты перед отечественной фотографической наукой и техникой. В. И. Ленин отмечал большое значение фотографии как средства массовой агитации и пропаганды. Он рекомендовал «показывать не только кино, но и интересные для пропаганды фотографии с соответственными надписями». В первые годы после установления советской власти производство печатных журнальных и газетных иллюстраций еще не было налажено. Фотографические снимки оказывали тогда огромную помощь пропагандистской работе среди трудящихся Советской страны. Такие снимки в тысячах экземпляров распространялись среди делегатов съездов и конференций, развозились агитпоездами и самолётами,

показывались на выставках. Они информировали о событиях эпохи созидания первого в мире социалистического государства, опровергали ложь и клевету, распространявшиеся капиталистическим окружением.

Еще в период гражданской войны советское правительство уделяло большое внимание развитию отечественной научной и прикладной фотографии. В 1918 году по указанию Ленина и Сталина в Петрограде создаётся Государственный оптический институт, разрабатывающий проблемы фотооптики и фотографии. В 1928 году организуются фотохимическое и фотографическое отделения при физико-химическом институте им. Карпова, а в 1929 году открывается научно-исследовательский кинофотоинститут в Москве.

За годы советской власти отечественные учёные опубликовали и внедрили в жизнь много работ, имеющих огромное теоретическое и практическое значение для развития фотографии. Всемирной известностью пользуются труды президента Академии наук СССР С. И. Вавилова по оптике, членов-корреспондентов Академии наук СССР А. И. Рабиновича и К. В. Чибисова по теории фотографического проявления и фотографической чувствительности, академика А. Н. Теренина и Я. И. Бокинника по сенсибилизации фотоматериалов и многие другие работы.

Опираясь на передовую технику, наши учёные и изобретатели создали лучшие в мире образцы фотографических аппаратов. Много мощных заводов обеспечивают разнообразные потребности фотографии и кинематографии, изготовляя огромное количество пластинок и фотобумаги, миллионы километров первоклассной светочувствительной киноплёнки.

В нашей стране фотография играет огромную роль в промышленности. Возьмём к примеру промышленность, изготовляющую книги. Даже в этой маленькой книжке, которую держит читатель в руках, все рисунки прошли через довольно сложную фотографическую обработку, для того чтобы получить клише для типографской печати. Правда, и в старых книгах читатель, вероятно, видел прекрасные рисунки. Никакой фотографии тогда еще не существовало, и техника воспроизведения рисунков шла другими путями. Для получения печатной формы рисунка, носящей сейчас название клише, применялся дорогой и тяжёлый труд художников-граверов, которые

вырезали рисунки на дереве или металле при помощи специальных резцов. Фотография не только заменила труд граверов, но и значительно упростила и удешевила изготовление клише.

Мы говорим, что оптические приборы — бинокли, стереотрубы, перископы и прицелы — являются глазами армии. Такими же глазами армии является и фотография — одно из важных средств борьбы с противником. В самом деле, невозможно переоценить огромное значение результатов воздушной разведки, когда на фотографиях представлены расположение войск противника, передвижение его по дорогам, линии береговых укреплений и многое другое. Конечно, противник, зная о применении фоторазведки, будет тщательнее маскироваться, но возможности современной фотографической техники таковы, что маскировка, не заметная для человеческого глаза, делается бесполезной при применении специальных фотографических материалов. Поэтому требуются иные методы и приёмы маскировки. Применение фотографии в военном деле не ограничивается только воздушной разведкой. Фотографическое размножение карт, расшифровка документов, написанных невидимыми чернилами, изучение различных физических процессов, например полёта снаряда, изучение распространения взрывной волны, фотографирование вихрей и волн воздуха, возникающих при движении самолёта, — невозможно охватить оригинальное и многообразное использование фотографии на войне и в военной технике.

Фотография является верным спутником большевистской печати. Наглядно показывая наши достижения, критически освещая недостатки, она служит активнейшим средством борьбы с пережитками капитализма. В стране строителей коммунистического общества фотография стала могучим орудием подъёма культурного уровня широчайших масс населения, нашла себе плодотворное применение в науке, технике и искусстве.

Не так используется фотография в капиталистических странах. Реклама в целях наживы, религиозная пропаганда, порнография — вот для чего применяется фотография в США и других капиталистических странах. Политические бандиты — редакторы реакционных газет — прекрасно учитывают то обстоятельство, что рядовой американский читатель, ничего не понимающий в технике

2*

фотографий, привык верить фотоснимку. Это позволяет им использовать фотографию как орудие лжи и клеветы. Для этой цели готовая фотография тщательно подделывается, подрисовывается и выдается за «настоящую». Такой фальсифицированный «снимок» помещается на страницах газет, перекупается другими издателями, размножается и часто достигает своей цели — обманутый читатель верит ему. Моральное разложение американской фотографии сказывается и на состоянии фотографической науки в США и других капиталистических странах. Перед учёными там не ставятся задачи всестороннего и последовательного решения основных сложнейших проблем научной фотографии, органически связанных с запросами практики. В иностранной научной литературе мы встречаемся лишь с отдельными работами, узко решающими частные вопросы, которые ставят капиталистические монополии.

В советском обществе наука впервые в истории человечества поставлена на службу народа, строящего коммунизм. Наша наука, как указывает товарищ Сталин, не отгораживается от народа, не держит себя вдали от народа, а готова служить народу, готова передать народу все завоевания науки. Наша передовая наука обслуживает народ не по принуждению, а добровольно, с охотой.

Совершенно иное положение занимают наука и техника в условиях капитализма. Научные достижения и технические усовершенствования в капиталистических странах используются в целях подготовки новой войны, ещё большего обогащения кучки эксплуататоров, ещё большего закабаления трудящихся. Там, в странах капитала, достижения науки и техники влекут за собой дальнейшее обнищание народных масс, рост армии безработных.

В СССР все достижения науки являются общенародным достоянием. Широкое внедрение этих достижений в народное хозяйство Советского Союза обеспечивает неуклонный технико-экономический прогресс, даёт возможность Советскому государству успешно разрешать крупнейшие народнохозяйственные проблемы, ускорять наше движение вперёд, по пути коммунизма.

Эта книга не предназначена для подробных указаний, как научиться фотографировать, проявлять полученные снимки и изготовлять отпечатки на фотобумаге. В про-

даже имеется достаточное количество руководств; названия важнейших из них приведены в конце книги. Внимательно ознакомившись с этой небольшой книгой, читатель узнает о существе фотографических процессов, о научных основах фотографирования и о том, какие применения находит себе эта прикладная наука.

1. **КАК ПОЛУЧАЕТСЯ ИЗОБРАЖЕНИЕ В ФОТОАППАРАТЕ**

Проделайте такой опыт. Занавесьте окно листом плотной бумаги так, чтобы в комнате было по возможности темно. По середине листа сделайте отверстие величиной с горошину. Если взять теперь лист белой бумаги и поместить его на расстоянии полуметра от отверстия, то можно наблюдать любопытное явление. На листе бумаги будет ясно видно всё, что происходит за окном, но это изображение будет обладать некоторыми особенностями. Прежде всего оно получилось «вверх ногами». Затем, всё, что было справа, выходит с левой стороны. Кроме того, изображение имеет очень малые размеры по сравнению с величиной предметов за окном. Почему это так происходит?

Мы видим окружающие нас предметы потому, что они либо сами являются источниками света, либо потому, что они отражают падающий на них свет. Прожектор, лампа, свеча, солнце, звёзды — всё это самостоятельные источники света. Луна и другие планеты нашей солнечной системы светятся отражённым светом солнца.

Окружающие нас - предметы в большинстве своём не являются самостоятельными источниками света. Почему мы видим, например, этот дом? Потому что каждая отдельная точка этого предмета отражает большее или меньшее количество световых лучей. Чем большее количество света отражает данный предмет, тем светлее он нам кажется. Железная крыша дома темнее оштукатуренной стены, песок светлее травы, бумага светлее букв, которые на ней напечатаны.

Таким образом, каждая точка предмета испускает лучи отражённого света большей или меньшей силы. Это — тоже источник света, но уже не самостоятельный, а вторичный.

Лучи света от каждого источника распространяются прямолинейно. В этом мы сейчас же убеждаемся, взглянув на луч прожектора или на солнечный луч, пробившийся через щель в ставне в тёмную комнату.

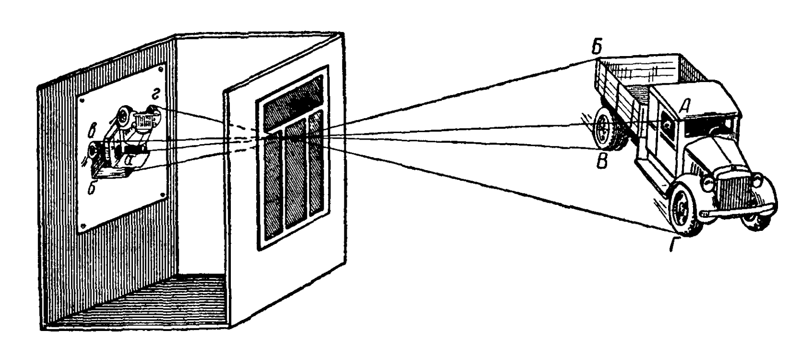


Рис. 1. Лучи света, проходящие через отверстие в ставне, дают уменьшенное изображение предмета

Теперь нам будет понятно, почему на листе бумаги, который мы держали против отверстия, сделанного в занавеси, получается изображение предметов. Обратите внимание на рис. 1, представляющий нашу комнату в разрезе. Перед окном комнаты стоит автомашина. Лучи солнечного света, отражённые от каждой точки этого предмета, как мы уже говорили, распространяются прямолинейно. Проследим путь тех лучей, которые, исходя из отдельных точек, проходят через отверстие в занавеси, закрывающей окно.

Лучи от точки *А* (угол крыши кабины), например, упадут на бумагу в точке *а;* точка *Б* (задний верхний угол кузова) даст своё изображение в точке *б* на бумаге. На рисунке мы показали пути лучей, исходящих только из четырёх точек предмета. Понятно, что любая точка предмета отобразится на листе бумаги, и все вместе они дадут полное изображение автомашины.

Из этого же рисунка ясно, почему изображение предмета получается обращенным,— стоит только ещё раз внимательно проследить ход лучей.

Попробуйте постепенно удалять лист бумаги от отверстия, тогда размеры изображения будут увеличиваться. При взгляде на рисунок и это явление становится понят-

ным, так как лучи света, выходящие из отверстия, распространяются расходящимся пучком.

Заметьте, однако, что по мере увеличения размеров изображения оно становится всё более и более тусклым. Согласно законам физики, при увеличении расстояния от отверстия до белого экрана вдвое длина изображения автомашины увеличится также вдвое, но яркость всей картины уменьшится вчетверо.

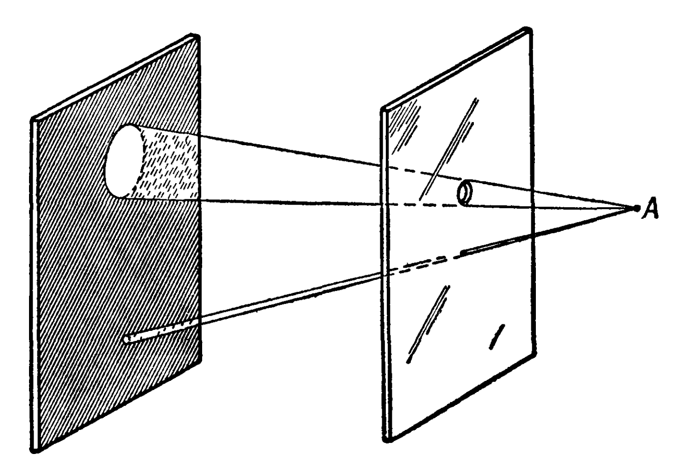


Рис. 2. Чем меньше отверстие, тем резче получается изображение световой точки А

Казалось бы, что этому горю легко помочь, стоит только вчетверо увеличить отверстие, чтобы оно пропускало больше света. Сделайте это, и вы убедитесь, что .изображение стало действительно более ярким, но при этом оно сделалось нерезким и расплывчатым. Почему это произошло? Посмотрите на рис. 2. Лучи света от точки *А* проходят через маленькое и большое отверстия. Легко видеть, что чем больше отверстие, тем большее изображение точки получается на экране, потому что лучи, проходящие через большое отверстие, сильно расходятся. Значит, каждая точка предмета будет выглядеть на экране в виде кружка, каждая линия — в виде широкой полосы. Это и служит причиной того, что при большом отверстии очертания изображения становятся расплывчатыми.

Таким образом, мы поставили себе довольно трудную задачу. Как сделать, чтобы изображение предмета было одновременно и ярким и не расплывчатым?

Для этого нужно воспользоваться свойством увеличительного стекла — сводить лучи, падающие на него, в одну точку. Многим, вероятно, известно, что при помощи увеличительного стекла — лупы — в жаркую солнечную погоду можно закурить папиросу «от солнца», как это изображено на рис. 3. Лупу ставят прямо против солнца. Лучи, прошедшие через лупу, будут сходиться в вершине конуса, где и получается маленькое изображение солнца.

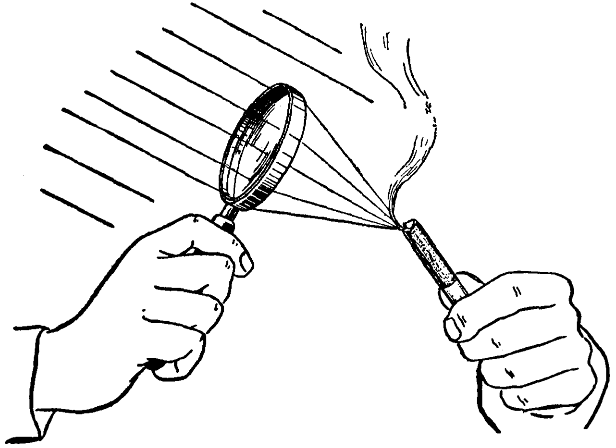


Рис. 3. Линза собирает солнечные лучи в одну точку

При достаточно больших размерах лупы температура в этой точке настолько высока, что табак на конце папиросы начинает тлеть. Световой конус можно увидеть очень ясно, если весь опыт производить в солнечном луче, входящем в тёмную комнату.

Самое важное наблюдение, которое мы здесь делаем, это то, что лучи, идущие от предмета (в данном случае от солнца), не расходятся, как на рис. 2, а сходятся в одну точку. Это явление известно в физике и основывается на так называемом преломлении света, а увеличительное стекло, или лупу, физики называют двояковыпуклой линзой.

Итак, мы имеем возможность теперь получить резкое, не расплывчатое изображение отдельных точек и самого

предмета, а так как линза может иметь большие размеры, то изображение можно сделать очень ярким.

Возьмите любую линзу, например, лупу для чтения карты или сильное очковое стекло из очков для дальнозорких. Повесьте на стене комнаты против окна лист белой бумаги. Если теперь встать у стены и медленно приближать линзу к бумаге, то при некотором положении линзы на бумаге получится маленькое ясное изображение оконного переплета. При этом можно различать и предметы, находящиеся на улице. Это изображение такое же обращённое, но несравненно более яркое, чем в первом опыте с отверстием в листе плотной бумаги.

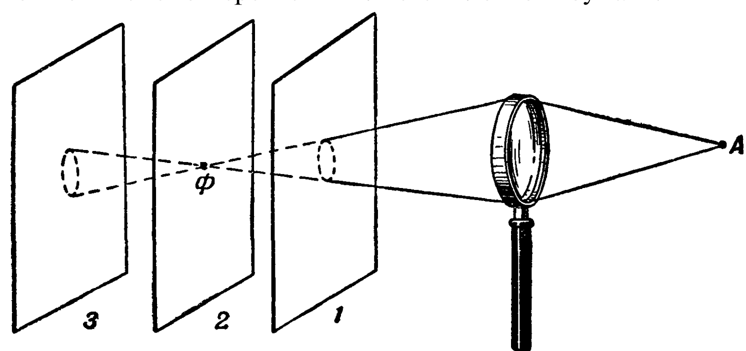


Рис. 4. Резкое изображение световой точки А получается только в фокусе линзы Ф

Вы захотите получить увеличенную картину и для этого, как и в первом опыте, попробуете увеличить расстояние между линзой и бумагой. Но Вас ждёт разочарование: вместо изображения Вы получите неясное световое пятно. Резкое изображение получается только при одном определённом положении линзы!

Рис. 4 поясняет, почему это так происходит. Лучи от точки *А* проходят через линзу и идут далее сходящимся пучком. Пройдя точку *Ф*, называемую фокусом линзы, они снова расходятся. На рисунке изображён экран в трёх положениях: между линзой и точкой *Ф* (1), в точке *Ф* (2) и за точкой *Ф* (3). Понятно, что только в точке *Ф* мы имеем резкое изображение источника света *А*. В двух других положениях вместо точки мы получим расплывчатое круглое пятно. В этом и причина уменьше-

ний резкости изображения. Чтобы получить резкое изображение каждой точки предмета, а следовательно, и всего предмета, экран нужно помещать в фокусе линзы. Рис. 5 показывает, как при помощи линзы получается

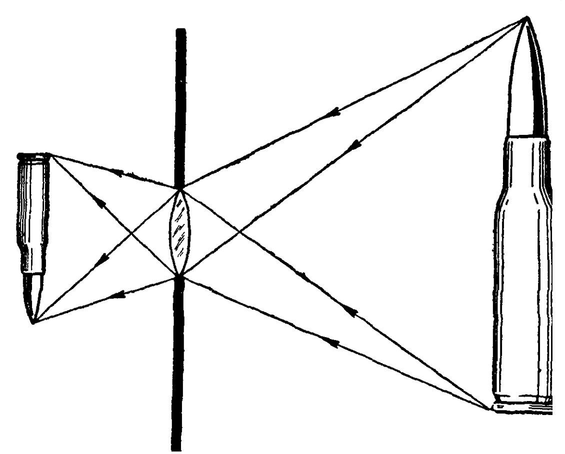


Рис. 5. Так получается изображение предмета при помощи линзы

изображение различных точек предмета. Сравните этот рисунок с рис. 1 и вы увидите, насколько больше света попадает на экран от каждой точки.

Всё, о чём рассказано в этой главе, служит основой, на которой строятся фотографические аппараты всех систем. В каждом фотоаппарате имеется светонепроницаемая камера и объектив, то есть линза, дающая изображение на задней стенке этой камеры. Эту стенку в некоторых фотоаппаратах можно заменить вставляющимся на её место матовым стеклом, так что получаемое изображение можно рассматривать с задней стороны камеры, что, конечно, очень удобно. При съёмке же матовое стекло заменяют фотографической пластинкой. У каждого фотоаппарата обязательно имеется механическое устройство, позволяющее в нужный момент подвергать пластинку действию света, так называемый затвор. Открывая при съёмке затвор на более или менее продолжительное время, фотограф производит выдержку, или, как говорят, экспозицию. Обо всём этом читатель узнает в следующих главах.

2. НЕВИДИМОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ФОТОПЛАСТИНКЕ

Теперь мы знаем, как при помощи линзы (объектива) и камеры можно получить световое изображение предмета. Как же закрепить это изображение, иными словами, как получить фотографический снимок? На матовом стекле фотокамеры изображение получается в натуральных красках. Но мы пока не будем усложнять себе задачу и не будем добиваться получения цветного фотоснимка, а постараемся разобраться в вопросе, как получается обычная, чёрно-белая фотография?

Эту задачу решили учёные-химики. Прежде всего нужно было найти такое вещество, которое изменяло бы свой цвет под действием световых лучей.

Известно, что отдельные химические процессы идут под действием света. Многие из Вас не раз замечали, как выцветают окрашенные материи летом под лучами солнца. В этом случае происходит химическая реакция разрушения красящего вещества и превращения его в бесцветное. Кожа человека покрывается коричневым загаром под действием солнечных лучей,— это тоже химическая реакция. Стебельки картофеля, проросшего в темноте, белого цвета потому, что только под влиянием света в них может образовываться зелёное вещество — хлорофилл. Но всё это — химические процессы, не пригодные для технического использования в области фотографии. Десятки лет были потрачены учёными на подбор нужного вещества и, наконец, оно было найдено.

Таким веществом оказалось химическое соединение двух простых веществ — серебра и брома, так называемое бромистое серебро. Это соединение легко можно приготовить, чтобы познакомиться с его внешним видом и свойствами. Возьмём два стакана, наполненных на одну треть чистой водой (рис. 6). В одном из них растворим небольшой кусочек ляписа — вещества, применяемого в медицине в качестве прижигающего средства. Химики называют ляпис «азотнокислое серебро». В другом стакане растворим щепотку бромистого натра. Заметьте, что в состав одного вещества входит серебро, а другого — бром; это как раз нам и нужно.

Если слить оба раствора вместе, то получится мутный, желтовато-белый раствор. На дне стакана вскоре обра-

зуется плотный осадок такого же цвета. Это и есть бромистое серебро. Осторожно слейте жидкость с осадка и вытряхните осадок на листок бумаги. Не забудьте после опыта хорошенько вымыть стаканы и руки.

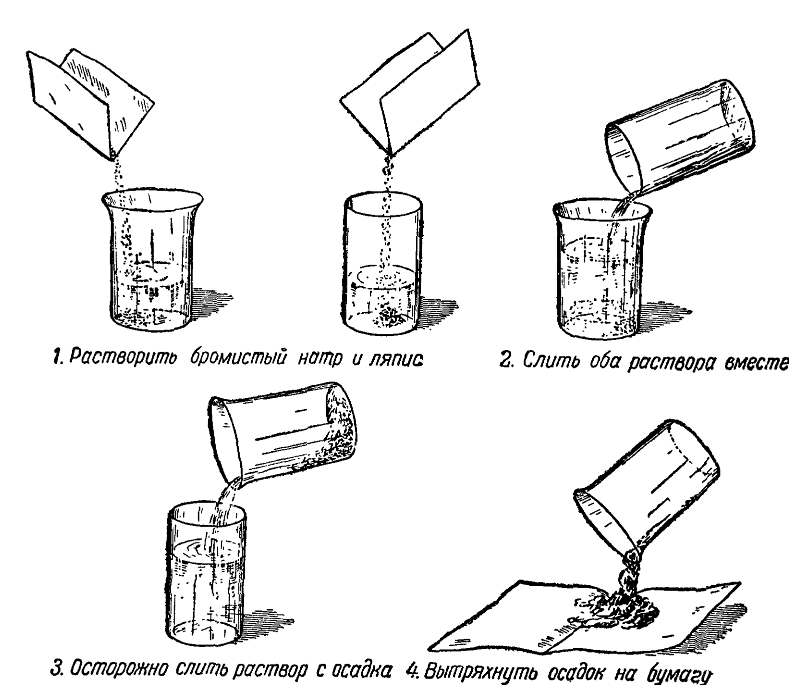


Рис. 6. Как получить бромистое серебро

Бромистое серебро обладает удивительным свойством — темнеть под действием света. Выставьте полученный осадок на солнце, и через некоторое время он станет тёмносерым. Учёные доказали, что из бромистого серебра при этом выделяется металлическое серебро в виде мельчайших кристалликов чёрного цвета.

Казалось бы, задача решена,— найдено вещество, изменяющее свой цвет при действии на него света. Но нет, потемнение порошка бромистого серебра идёт настолько медленно, что его немыслимо использовать в данном случае. Нам пришлось бы по нескольку десятков часов си-

деть неподвижно на ярком солнце перед открытым объективом фотокамеры, чтобы на слое бромистого серебра получилось слабое изображение.

Однако бромистое серебро обладает ещё одним весьма любопытным свойством. Свойство это настолько важно, что без него не было бы современной фотографии. Дело заключается в следующем.

Сравнительно недавно опытным путём удалось доказать, что металлическое серебро выделяется из бромистого не только при продолжительном освещении, но и при мгновенном воздействии света. Везде, где подействовал свет, в кристалликах бромистого серебра выделяются мельчайшие кристаллики, или, как их называют, зародыши металлического серебра. Они так малы и количество их так невелико, что они не вызывают никаких видимых изменений вещества — бромистое серебро даже не чернеет! Опыт показывает, что раз образовавшиеся зародыши серебра могут сохраняться сколь угодно долгое время,— свет подействовал, результаты его воздействия имеются, но они невидимы и дальнейшая задача химиков — сделать их видимыми. Об этом будет сказано в следующей главе.

Бромистое серебро — основное вещество для изготовления пластинок, плёнок и фотобумаги. Приготовление бромистого серебра и весь дальнейший процесс производства светочувствительных материалов на специальных фабриках ведутся в полной темноте. Тончайший осадок бромистого серебра получается в тёплом растворе желатины. После некоторой дополнительной обработки смесь представляет собой мутную жидкость, похожую на молоко. Это так называемая фотографическая эмульсия. Эмульсию при помощи машин наливают тонким слоем на стеклянные пластинки или на широкую ленту из прозрачного целлулоида, если хотят приготовить плёнку. Стекло и целлулоид носят название основы. При производстве фотобумаги основой служит плотная, особым образом подготовленная бумага.

Тёплая эмульсия при охлаждении застудневает, и материалы поступают в сушилку, в которую подаётся воздух, не содержащий пыли. После сушки пластинки плёнка и бумага разрезаются на нужный формат и упаковываются в светонепроницаемые коробки.

Наиболее часто встречающиеся в продаже форматы пластинок — 6×9, 9×12 и 13×18 сантиметров. Из них размер 9×12 используется в фотокамерах «Фотокор». Камеры «ФЭД» и «Киев» заряжаются обычной киноплёнкой шириной 35 мм. Плёнка шириной 6 см предназначена для камер «Москва 2» и «Любитель».

Техника предъявляет самые разнообразные требования к фотоматериалам, и поэтому наша промышленность выпускает много сортов пластинок, плёнок и бумаги.

Прежде всего фотоматериалы различаются по своей чувствительности к воздействию света. Пластинки с очень малой чувствительностью применяются для съёмки чертежей и рисунков в полиграфической промышленности. Высокочувствительные материалы употребляются для фотографирования при очень плохом, слабом освещении или для съёмки быстро движущихся предметов, когда приходится делать выдержки продолжительностью в тысячные доли секунды.

Далее, бромистое серебро неодинаково чувствительно к лучам разного цвета. Свет, отражённый от голубого флага, действует гораздо сильнее, чем от красного. На готовой фотографии голубой флаг получится таким же белым, как белое полотно, а красный — почти таким же чёрным, как классная доска. Такая передача цветов будет, конечно, неправильной и может вызвать большие затруднения, например, при расшифровке снимков воздушной разведки.

В настоящее время научились приготовлять фотографические эмульсии, чувствительные к любому заданному цвету или одинаково чувствительные к лучам всех цветов. Пластинки, практически чувствительные к лучам всех цветов, имеются в продаже под названием «панхроматические».

Очувствление эмульсий к любому заданному цвету, например к красному или зелёному, в технике называется сенсибилизацией. Сенсибилизация достигается прибавлением к эмульсии ничтожных количеств некоторых красящих веществ, после чего приготовление пластинок или плёнок идёт обычным путём. В одной из последних глав читатель узнает, что без сенсибилизации была бы невозможна цветная фотография.

3. КАК ПРОЯВЛЯЕТСЯ ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Итак, в светочувствительном слое пластинки, в тех местах, где на него подействовал свет, возникают невидимые «зародыши» металлического серебра. Там, где свет действовал сильнее, появляется большее количество таких «зародышей». Там, где свет совсем не действовал на слой, бромистое серебро остаётся без изменения. Как же сделать видимым полученное изображение?

Химикам уже давно было известно, что если бромистое серебро обрабатывать растворами некоторых веществ, то оно очень медленно разрушается, причём из него выделяется металлическое серебро. Так можно превратить всё взятое количество бромистого серебра в металлическое серебро. Вещества, служащие для этой цели, называются восстановителями и представляют собой по большей части сложные химические соединения. Растворы восстановителей, применяемые в фотографии, носят название проявителей.

Опустим в раствор проявителя в полной темноте две одинаковые фотографические пластинки. Одну из них мы предварительно подвергнем действию света, или, как говорят фотографы, засветим. Через некоторое время (час-два), вынув пластинки из проявителя, мы увидим, что обе они совершенно почернели. Всё бромистое серебро превратилось в металлическое. Что же получилось? Как будто предварительная засветка не оказала никакого действия?

Нет, просто мы слишком долго проявляли наши пластинки. Если бы мы сравнили скорость почернения засвеченной и незасвеченной пластинок, мы сейчас же увидели бы, что первая чернеет несравненно быстрее второй. Здесь мы встречаемся с новым, замечательным явлением.

Оказывается, что химическая реакция превращения бромистого серебра в чёрное металлическое идёт чрезвычайно быстро в тех местах фотографической эмульсии, где присутствуют зародыши серебра, образовавшиеся под действием света. Таким образом, после химической обработки проявителем металлическое серебро выделяется именно там, где на бромистое серебро хотя бы мгновенно подействовал свет. Если проявление продолжается срав-

нительно короткое время, то вся остальная часть бромистого серебра практически не успеет подвергнуться действию восстановителя и останется в слое в виде желтоватого вещества.

Почернение идёт быстрее всего в тех местах, где имеется большее количество зародышей серебра, то есть там, где сильнее действовал свет. Значит, наиболее освещенные места на пластинке получатся чёрными, менее освещенные — серыми и совсем не засвеченные — желтоватыми. Такое изображение, полученное на пластинке; называется негативом.

В настоящее время разработано огромное количество рецептов проявителей. Все они имеют довольно сложный состав и подробно описываются в специальных руководствах по фотографий. Для примера мы приведём два рецепта очень распространённых проявителей, причём будем применять общепринятые химические названия их составных частей, не входя в описание свойств и назначения каждого вещества. Вот состав проявителя для плёнок и пластинок,

В 750 куб. см воды растворяют последовательно:

Метола	2 грамма	(восстановители)
Гидрохинона	5 граммов	
Сульфита натрия безводного	100 „	
Буры	2 грамма	

Затем добавляют воды до одного литра. Этим проявителем обрабатывают плёнки и пластинки в течение 20 минут, причём температура раствора должна быть Приблизительно 18° по Цельсию. Проявитель можно использовать несколько раз.

Фотографическую бумагу можно обрабатывать проявителем следующего состава.

В 500 куб. см воды растворяют последовательно:

Метола	3 грамма
Гидрохинона	12 граммов
Сульфита натрия безводного	45 „
Соды безводной	65 „
Бромистого калия	2 грамма

Добавляют воды до одного литра. Для проявления одну часть раствора смешивают с четырьмя частями воды.

О том, как проявляют фотографическую бумагу, мы расскажем в следующей главе.

Как же практически осуществляется проявление пластинок и плёнок? Пластинки, чувствительные к лучам всех цветов («панхроматические»), приходится проявлять в полной темноте или в специальных бачках, не пропускающих света. Следить за ходом проявления, конечно, нельзя, и фотограф должен строго следить только за временем проявления. Заметим ещё, что скорость всех химических процессов в большой степени зависит от температуры: чем выше температура, тем быстрее обычно идут все химические реакции. Так как. проявление есть тоже химический процесс, то фотограф должен строго следить и за температурой проявляющего раствора, стараясь поддерживать её в пределах, указанных в рецепте проявителя.

Другие сорта пластинок и плёнок, мало чувствительные к красному свету (так называемые диапозитивные, репродукционные и ортохроматические пластинки), можно проявлять при тёмнокрасном освещении комнаты. Так как при этом можно следить за проявлением, то очень точное соблюдение постоянной температуры раствора уже не играет такой важной роли. Когда нужно прекращать проявление? Тогда, когда металлическое чёрное серебро выделится в светочувствительном слое по всей его толщине. Это можно увидеть, посмотрев на пластинку при красном свете со стороны стекла — на задней стороне должно тоже начать появляться серое изображение снятого предмета.

На рис. 7 изображены приспособления для проявления пластинок и плёнок. Слева — открытые ванночки для проявления пластинок. Пластинки кладут в раствор проявителя светочувствительным слоем вверх и во время проявления ванночку всё время покачивают, наблюдая за ходом процесса. Посередине изображён бачок для пластинок. Сразу несколько пластинок вставляются в специальную рамку, погружаемую в раствор. После того как бачок закрыт крышкой, его можно вынести на свет и следить по часам за временем проявления. Справа — бачок для закрытого проявления киноплёнки, применяемой в фотокамере «ФЭД». Плёнка в темноте вставляете в спиральный канал катушки, устроенный так, что от-

дельные витки плёнки не соприкасаются друг с другом. Когда крышка бачка закрыта, его можно уже при дневном свете наполнить проявителем через верхнее отверстие, пропускающее жидкость, но не пропускающее света. Во время проявления катушку время от времени поворачивают за ручку, проходящую через отверстие крышки. Опорожнять бачок можно также на свету через боковое сливное отверстие.

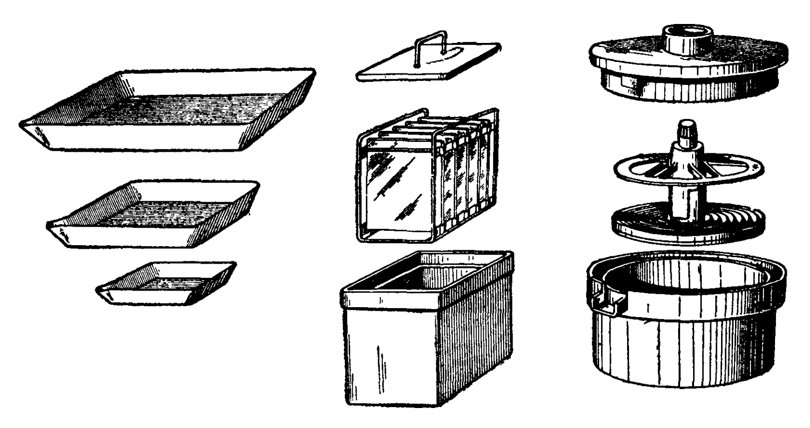


Рис. 7. Приспособления для проявления пластинок, плёнок и бумаги

Проявление пластинки или плёнки закончено. Но ведь на ней осталось бромистое серебро, на которое не действовал свет! Этот слой, во-первых, мало прозрачен, а во-вторых, он будет постепенно чернеть, если мы вынесем пластинку на свет.

Чтобы удалить остатки бромистого серебра, пластинку в темноте споласкивают чистой водой и кладут в ванночку, наполненную 20%-ным раствором особого вещества — гипосульфита. Гипосульфит никак не взаимодействует с чёрным серебром. Но зато с бромистым серебром он образует сложное химическое соединение, очень легко растворимое в воде. Благодаря этому бромистое серебро быстро удаляется из желатинового слоя пластинки, и те места, где раньше было только бромистое серебро и не. было металлического, становятся совершенно прозрачными.

После этого остаётся только промыть готовый негатив в чистой воде и высушить, но не в тёплом месте, иначе желатиновый слой расплавится и сползёт со стекла.

Наша кинопромышленность выпускает на экраны страны большое количество кинофильмов. Каждый кинофильм подвергается только что описанной обработке растворами проявителя и гипосульфита. Совершенно ясно, что такое огромное количество плёнки немыслимо проявлять ручным способом. Поэтому кинофильмы проявляются специальными машинами, схема устройства которых изображена на рис. 8. Вся машина расположена в тём-

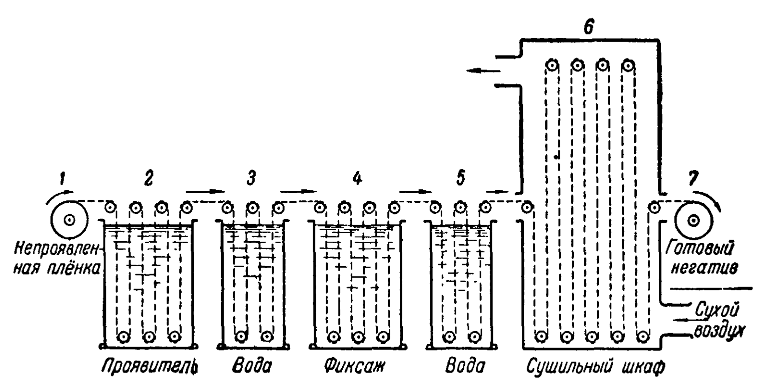


Рис. 8. Схема проявочной машины для киноплёнки

ной комнате. Заснятая кинооператором плёнка помещается на катушке (1). При помощи тянущих зубчатых барабанов плёнка подаётся в бак, наполненный проявителем (2), где она идёт несколькими петлями. Далее плёнка проходит бак с чистой водой для отмывки от остатков проявителя (3) и поступает в бак с раствором гипосульфита, то есть в так называемую фиксажную ванну (4). Затем следует опять хорошая промывка чистой водой (5) и, наконец, плёнка проходит в сушильный шкаф, где, идя петлями по роликам, она обдувается тёплым сухим воздухом, не содержащим пыли (6). После сушильного шкафа, расположенного уже в светлой комнате, плёнка наматывается на катушку (7). Современные проявочные машины могут обрабатывать более полукилометра плёнки в час.

4. НЕГАТИВ И ПОЗИТИВ

Вот Вы сделали фотографический снимок, проявили пластинку и получили негатив. Мало вероятно, чтобы с первого раза Вам удалось получить то, что фотографы называют «хорошим негативом».

Причин, по которым негатив может получиться плохим, очень много. Тут могут быть: ошибка в выборе пластинок, ошибка в выдержке, ошибки при проявлении пластинки. Наконец, наводка на резкость могла быть сделана неверно или аппарат неправильно направлен на снимаемый предмет.

Если выдержка была очень велика, то на пластинку попадёт слишком большое количество света даже от самых тёмных частей снимаемого предмета. На полученном негативе светлые места будут мало отличаться от тёмных, всё изображение будет мало прозрачным, как бы затянутым тёмной вуалью. Такой негатив фотографы называют передержанным. К таким же результатам может привести и слишком долгое бесконтрольное проявление нормально снятой пластинки.

Если выдержка была слишком мала, то на пластинку успеют подействовать только самые светлые места снимаемого предмета, вся же остальная часть пластинки останется мало засвеченной. Полученный негатив будет совсем прозрачным, и только светлые места предметов выйдут отдельными чёрными пятнами. Такой негатив называется недодержанным.

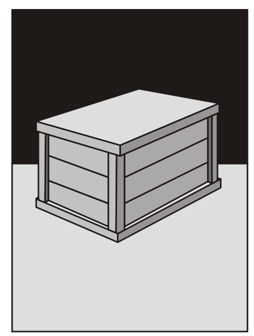
На нормальном, хорошем негативе можно видеть все детали снятого предмета, безразлично, сильно или слабо они были освещены. Конечно, разница в светлых и тёмных местах должна соблюдаться и здесь, но она не будет выражена так резко, как при недодержке, и негатив не будет таким тёмным и вялым, как при передержке.

На рис. 9 представлены эти три случая.

Современные фотографические материалы, выпускаемые нашими фабриками, обладают очень ценным свойством: выдержка может меняться в весьма широких пределах — в несколько десятков раз, — и всё же в результате проявления начинающий фотограф получает неплохой негатив. Такое свойство фотоматериала называется «широтой фотографической эмульсии». Именно благодаря «широте» уменьшилось количество негодных негативов и

фотография стала доступной широким кругам населения. Обычно, чем чувствительнее пластинки, тем больше их «широта».

Последним этапом получения фотографического снимка является изготовление отпечатка с негатива на фотобумаге.



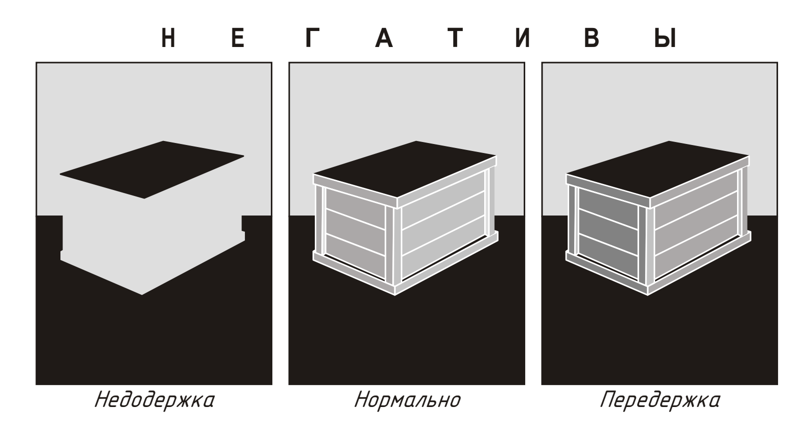


Рис. 9. Образцы негативов, полученные при разных выдержках

Что такое фотобумага? Фотобумага состоит из светочувствительной фотографической эмульсии, нанесённой на плотную белую бумагу, специально приготовляемую для этой цели. Чувствительность фотобумаги к свету невелика, и поэтому вся обработка её совершается при яркокрасном или оранжевом свете фонаря. Благодаря

этому наблюдение за ходом процесса не вызывает никаких затруднений.

Для получения отпечатков применяются копировальные рамки (рис. 10). Негатив вкладывается в рамку на закраину (1) эмульсионной стороной вверх. На негатив при красном свете накладывают лист фотобумаги эмульсионной стороной вниз, то есть так, чтобы оба эмульсионных слоя соприкасались. Бумага прикрывается крышкой (2) и прижимается пружинами (3). Теперь всё готово для получения отпечатка.

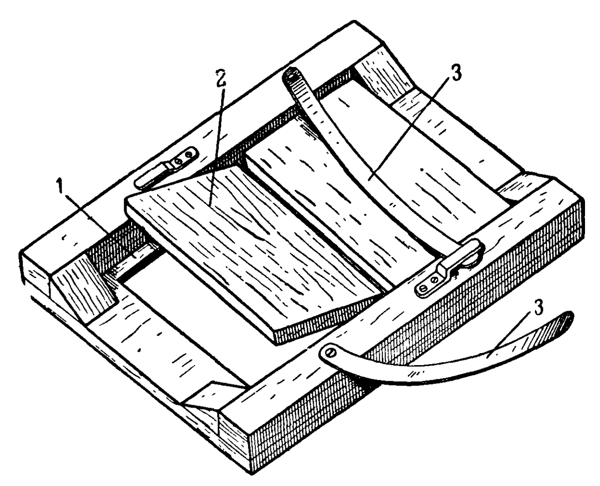


Рис. 10. Копировальная рамка для пластинок:
1 — закраины рамки; *2* — крышка рамки; *3* — прижимные пружины

Рамку на несколько секунд помещают против источника света — электрической лампы, свечи или окна. Свет проходит через негатив и попадает на эмульсионный слой фотобумаги. Через очень тёмные места негатива свет совсем не пройдёт, и бумага здесь не будет засвечена. Чем светлее части негатива, тем большее количество света пройдёт через них и тем большее воздействие окажет свет на фотобумагу.

Вот теперь, если весь процесс был проведён правильно, светлые и тёмные места на отпечатке будут соответствовать светлым и тёмным местам предмета, который был сфотографирован. Так же, как и при фотографиро-

вании, нужная выдержка при печатании снимков подбирается путём проб. Обычно «широта» фотобумаги меньше чем у пластинок и плёнок и ошибку в экспозиции сделать легче. Но зато весь процесс печати несложен и легко повторим.

Способ печати, с которым мы познакомились, называется контактным, потому что в нём поверхности плёнки и бумаги приводятся в плотное соприкосновение. Но как же поступают в том случае, если негатив имеет слишком малые размеры, например, если съемка производилась камерой «ФЭД»?

В таких случаях прибегают к увеличению снимка. Увеличитель для фотоснимков сделан точно так же, как проекционный фонарь, и если читатель знаком с устройством последнего, то понять устройство увеличителя совсем нетрудно. На рис. 11 изображён схематический разрез увеличительного аппарата. В жестяном корпусе находится электролампа (1), свет от которой проходит через две большие плосковыпуклые линзы (2) — так называемый конденсор. Непосредственно за конденсором помещается в специальной рамке (3) плёнка, содержащая негативы, предназначенные для увеличения. Перед плёнкой в винтовой оправе укреплён объектив (4). Обычно увеличитель располагается вертикально, так что световое изображение негатива можно получить на горизонтальном столике (5). Чем выше расположен увеличитель, тем больший размер изображения негатива получается на листе бумаги, положенном на столик. Передвижением объектива в его винтовой оправе

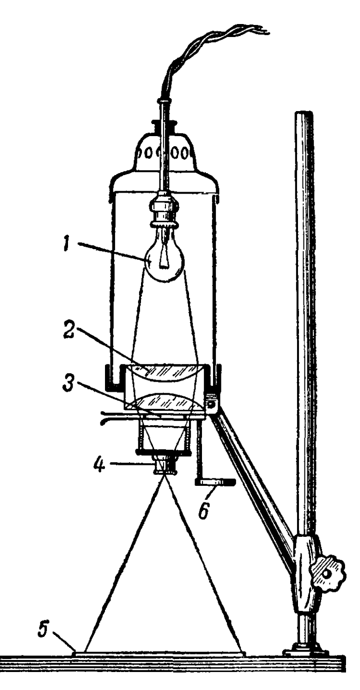


Рис. 11. Схема увеличительного аппарата:
1 — лампа; *2* — конденсор; *3* — рамка для пленки; *4* — объектив; *5*—столик; *6* — откидное оранжевое стекло

добиваются получения резкого изображения на бумаге. После этого объектив закрывают оранжевым стеклом (6), укреплённым на специальном держателе.

Теперь вместо листа простой бумаги кладут лист фотографической бумаги так, чтобы всё изображение уместилось на ней. Конечно, в комнате в это время должно быть красное освещение. Не нужно беспокоиться о том, что фотобумага может испортиться — лучи света от лампы, проходящие через оранжевое стекло, на неё не подействуют. Когда бумага уложена на место, выключают лампу увеличителя и отодвигают в сторону оранжевое стекло. Включив теперь на несколько секунд лампу, мы тем самым производим засветку фотобумаги под увеличенным изображением негатива. Конечно, и здесь придётся путём последовательных проб выяснить нужное время экспозиции.

После каждой пробы производится проявление, причём пробу в целях экономии бумаги делают на небольшом кусочке её. Наконец, когда вся подготовка завершена, делают окончательный отпечаток.

Все эти операции занимают гораздо меньше времени, чем их описание в книжке, и многие фотографы предпочитают работать с маленькой фотокамерой и затем увеличивать снимки, чем носить с собой большой и громоздкий фотоаппарат.

До каких же размеров можно увеличивать маленькие негативы? Если негатив сам по себе получен очень резким, то предел увеличению ставится тем, что на отпечатке становятся видными отдельные зёрнышки металла ческого серебра, а это производит неприятное впечатление при рассматривании отпечатка с близкого расстояния.

5. ВАЖНЕЙШИЕ ЧАСТИ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО АППАРАТА

А. Объектив

Объектив — это та же самая линза, которую мы применяли в наших первых опытах по получению изображения, только усовершенствованная. Если внимательно рассмотреть изображение, получаемое на стене при помощи линзы, то легко заметить, что оно резко только

по середине и расплывчато к краям. Сколько бы ни стараться получить резкое изображение по всей площади, это не удастся. Делу можно помочь, уменьшая величину отверстия, через которое проходит свет. Это можно сделать, поставив перед линзой кусок чёрной бумаги с вырезанным в ней небольшим отверстием. Изображение сразу станет более резким, но зато и более тёмным. Вспомните, что этот опыт мы проделывали и без объектива, правда, мы не уменьшали, а увеличивали отверстие, получая при этом светлое, но расплывчатое изображение.

В современной фотографической технике никогда не применяются объективы, сделанные из одной простой линзы. Наша промышленность создаёт объективы из трёх, шести и даже восьми линз. Такие объективы даже при полном открытом отверстии дают светлое, резкое изображение предмета.

Объектив характеризуется фокусным расстоянием и светосилой. Фокусное расстояние равно расстоянию от объектива до пластинки, когда резкость установлена по удалённому предмету. Фокусное расстояние выражается в миллиметрах для маленьких объективов и в сантиметрах для больших.

Если разделить величину фокусного расстояния на диаметр объектива, то получится число, называемое светосилой объектива.

Например, если расстояние до пластинки равно десяти сантиметрам, а диаметр объектива—два сантиметра, то светосила объектива равна пяти. В технике принято обозначать светосилу так: 1 : 5. Чем светосильнее объектив, тем он удобнее для фотографа, потому что светосильный объектив пропускает много света, Но одновременно, чем светосильнее объектив, тем он дороже, потому что его труднее изготовить. Часто именно объектив является самой дорогой частью фотоаппарата.

В настоящее время применяются объективы со светосилой 1:8; 1 : 6,3; 1 : 4,5; 1 : 3,5; 1 : 2,8 и даже 1 : 1,5, изготавливаемые нашей промышленностью. Размеры таких объективов самые различные — от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Огромные объективы для аэрофотосъёмки весят до двух десятков килограмм.

Б. **Диафрагма**

Диафрагмой называется приспособление, позволяющее уменьшать светосилу объектива. Читатель может спросить, зачем это нужно, ведь при этом уменьшается количество света, столь желательного для фотографа?

Ну, а если при съёмке имеется избыток света? Это тоже плохо отзовётся на качестве получаемого изображения. Но дело не только в этом. В опытах с линзой и листом белой бумаги легко заметить, что резкое изображение оконного переплёта получается тогда, когда изображение предметов на улице делается нерезким. Каждый раз приходится передвигать линзу, чтобы сделать видимыми последовательно оба изображения. Если повторить предыдущий опыт с уменьшением отверстия линзы, то можно заметить, что при малом отверстии и оконный переплёт, и предметы на улице получаются одинаково резкими. Фотографы говорят, что при уменьшении отверстия объектива, при диафрагмировании его, увеличивается глубина резкости. При этом и близлежащие предметы, и удалённые выглядят одинаково чётко.

Для фотографа это бывает иногда очень важно. Представьте, что необходимо снять стрелка, ведущего огонь по мишени, и притом так, чтобы и стрелок, и мишень получились на снимке достаточно чёткими и резкими. Но стрелок находится в нескольких метрах, а мишень — в десятках метров. Вот в этом случае и нужно снимать с самым малым отверстием объектива. Нужно только помнить, что чем меньше отверстие объектива, тем больше по времени должна быть выдержка, чтобы свет мог оказать достаточное действие на светочувствительный слой.

Диафрагмы современных фотоаппаратов устроены следующим образом (рис. 12). Большое количество тонких стальных листочков (1, 2, 3 и т. д. — на рисунке показаны только семь), перекрывающих друг друга, укреплены на штифтах, находящихся в кольце (4). Внешнее кольцо (5) — подвижное; при передвижении его за рукоятку (6) в направлении стрелок можно заставить все листочки либо одновременно сходиться концами к центру, либо расходиться к окружности. В первом случае центральное отверстие будет уменьшаться, а во втором — увеличиваться. То, что отверстие получается не круглым,

а многоугольным — практически не имеет никакого значения.

Эта диафрагма называется «ирисовой», от латинского слова «ирис», что значит «радужный», потому что она по своему действию очень напоминает радужную оболочку нашего глаза. Посмотрите на зрачок человека,

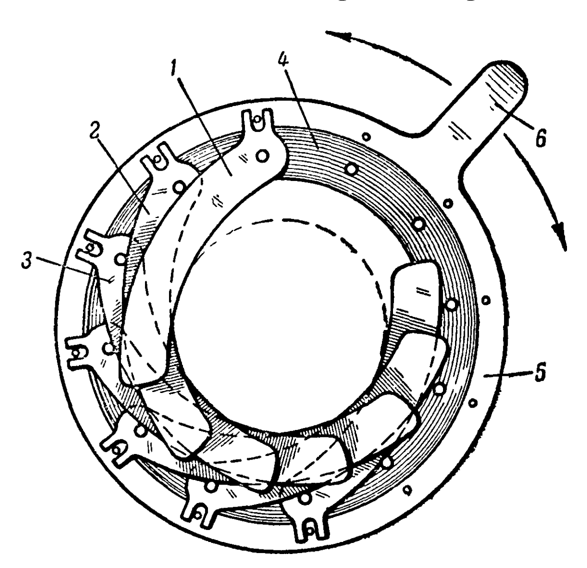


Рис. 12. Схема устройства ирисовой диафрагмы:
1, 2, 3—стальные пластинки; *4* — неподвижное кольцо со штифтами; *5* — внешнее подвижное кольцо; *6* — рукоятка кольца

смотрящего то на лампу, то в темноту. Вы увидите, что радужная оболочка глаза то сокращается, то расширяется, причём отверстие зрачка то уменьшается, то увеличивается.

Ирисовые диафрагмы помещаются в фотоаппарате между линзами объектива. На внешнем кольце диафрагмы обычно обозначается светосила объектива при различном положении рукоятки.

В. Затвор

Объектив фотоаппарата открыт во время наводки на резкость. Всё же остальное время он закрыт вплоть до

самого момента съёмки. Для открывания и закрывания объектива служит затвор.

В настоящее время затвор представляет собой довольно сложное приспособление, напоминающее собой часовой механизм. В самом деле, к этой части фотоаппарата предъявляются очень сложные и многообразные требования. Простым нажимом кнопки он должен быть то открыт, то закрыт; он должен обеспечивать съёмку с любой выдержкой и позволять снимать моментально, в ничтожные доли секунды.

Советская промышленность полностью освоила изготовление этих точных маленьких механизмов.

В конструкциях фотографических аппаратов применяются две системы затворов: центральный и шторный. Центральный затвор похож по устройству на диафрагму, в нём так же сходятся и расходятся две или три тонкие стальные пластинки, он так же помещается между линзами объектива. Но эти пластинки сходятся полностью так, что совсем закрывают отверстие объектива затвора. Пружинный механизм, действующий при нажатии рычага, позволяет почти мгновенно разводить и сводить к середине эти пластинки.

На оправе объектива имеются шкала и указатель, переставляя который можно получать различные скорости действия затвора. На шкале обычно имеются деления, обозначающие $^{1}/_{25}$, $^{1}/_{50}$, $^{1}/_{100}$ и $^{1}/_{250}$ части секунды. Поставив указатель на любое деление и нажав на рычаг затвора, мы произведём съёмку с указанной скоростью.

На шкале имеется деление, обозначенное буквой «В». Если поставить указатель на это деление и нажать рычаг, то затвор останется открытым до тех пор, пока рычаг не будет отпущен. Если же поставить указатель на деление «Т», то затвор останется открытым и после отпускания рычага; нужно ещё раз нажать на рычаг, чтобы затвор закрылся. Вот таким образом, пользуясь установкой на эти деления, снимают с любой продолжительностью выдержки.

Центральные затворы имеются во многих системах наших фотоаппаратов, например, в фотоаппарате «Любитель» и уже устаревшем, но хорошем аппарате «Фотокор».

Шторный затвор, изобретённый ещё в 1883 году русским фотографом С. А. Юрковским, помещается не между

линзами объектива, а перед самой пластинкой или плёнкой, и устроен совсем по-другому. На рис. 13 изображена схема такого затвора. Перед фотографической пластинкой (1) находятся два валика (2, 3). На один из этих валиков намотана шторка (4), сделанная обычно из прорезиненной светонепроницаемой ткани. Конец шторки закреплён на другом валике. В шторке имеется прорезь (5). На схеме затвор изображён в взведённом состоянии. При нажатии спускового приспособления шторка быстро перематывается с валика (2) на валик (3). При этом прорезь в шторке проходит перед фотографической пластинкой, которая таким образом подвергается засвечиванию через объектив (6).

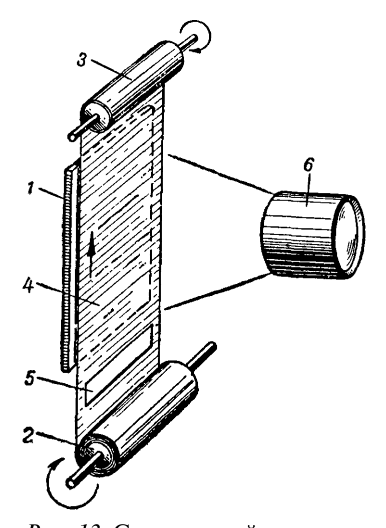


Рис. 13. Схема устройства шторного затвора:

1 — пластинка; *2, 3* — валики; *4* — шторка; *5* — прорезь в шторке; *6* — объектив

Как менять скорости шторного затвора при моментальной съёмке? Для этого существуют два мероприятия. Первое заключается в изменении ширины прорези. Чем уже прорезь, тем меньшее количество времени будет засвечиваться каждый участок пластинки при прохождении прорези перед нею. В современных фотокамерах ширина щели может быть изменяема при помощи приспособлений, находящихся снаружи аппарата. Второй способ увеличения скорости затвора — усиление натяжения пружины, перематывающей ленту. Чем сильнее натянута пружина, тем быстрее промелькнёт прорезь перед пластинкой, тем быстрее будет произведена съёмка. В настоящее время затворы устроены так, что снимающему обычно не приходится думать ни о ширине щели, ни о натяжении пружины: всё это выполняется автоматически при установке указателя перемены скоростей на соответствующее деление.

Какой же затвор лучше, центральный или шторный?

На этот вопрос нельзя дать определённого ответа. Всё зависит от того, в каких условиях будет использован фотографический аппарат.

Для съёмок с выдержкой безразлично, с каким затвором они производятся. Если же мы снимаем какой-нибудь быстрый процесс, то нужно знать, что минимальная экспозиция для центрального затвора ограничивается сейчас обычно $^1/_{250}$—$^1/_{300}$ долями секунды. Для моментальных съёмок быстродвижущихся предметов в настоящее время фотографы предпочитают шторные затворы, так как они позволяют получать экспозиции меньше, чем $^1/_{1000}$ доля секунды. Заметьте также, что при прохождении перед плёнкой (пластинкой) прорези шторного затвора объектив всё время открыт полностью, используется его полная светосила. У центрального затвора во время открывания и закрывания объектива при моментальной съёмке светосила его то увеличивается до наибольшего значения, то уменьшается до полного закрытия пластинок затвора. Таким образом, при одной и той же скорости съёмки на плёнку попадёт больше света в случае применения шторного затвора.

Г. **Видоискатель**

Во время Великой Отечественной войны были случаи, когда наши партизаны, не имея прицельных приспособлений, наводили свои пушки на цель, смотря прямо через канал ствола. В таком же положении находился бы фотограф, если бы у него не было приспособлений для наводки фотоаппарата. Хорошо, если у фотографа имеется камера с матовым стеклом и если снимаемый объект неподвижен. Тогда очень точную наводку на предмет можно сделать по матовому стеклу, помещённому на место пластинки. Некоторые из читателей, вероятно, помнят, что раньше фотограф приходил с большим фотоаппаратом и треножником, устанавливал это сооружение против снимающегося и, закрывшись чёрным сукном, наводил аппарат.

Но теперь этот способ применяют только при съемке в епокойной обстановке и только при съёмке на пластинках. Если фотоаппарат заряжен плёнкой, то на её место никак нельзя поместить на время матовое стекло, да и задние стенки камер не всегда открываются. Кроме того,

понятно, что при съёмке движущегося предмета невозможно одновременно уловить снимаемый объект на матойое стекло, навести на резкость, заменить стекло кассетой с пластинкой или плёнкой и произвести съёмку.

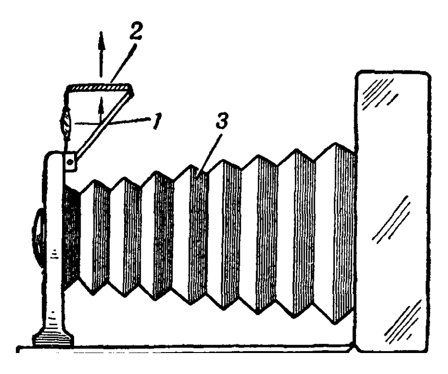


Рис. 14. Схема видоискателя, укреплённого на фотоаппарате:

1 — наклонное зеркальце; *2* —матовое стекло или линза; *3* — фотоаппарат

Для наводки на предмет в каждом фотоаппарате имеется прицельное приспособление, называемое видоискателем. Очень часто, особенно в камерах старого образца («Фотокор»), видоискатель представляет собой маленький фотоаппарат, только без затвора с матовым стеклом или увеличительным стеклом позади объектива. Такой видоискатель в разрезе изображён, на рис. 14. Чтобы можно было видеть изображение, смотря на видоискатель сверху, лучи света, как это видно на рисунке, отражаются от наклонно поставленного зеркальца (1) и только после этого попадают на матовое стекло или линзу (2). Видоискатель укреплён на фотоаппарате (3) таким образом, что его ось параллельна оси главной камеры. Всё, что видно в видоискателе, получится на пластинке или плёнке.

Но такой видоискатель имеет основной недостаток: в него нужно смотреть сверху, держа фотоаппарат на уровне груди. Значит и съёмка будет происходить именно с этой высоты, что неправильно, так как нормально она должна совершаться с уровня глаз. Поэтому в современных видоискателях не делают наклонного зеркальца,

а ставят увеличительное стекло прямо сзади объектива видоискателя. Это заставляет фотографа при съёмке поднимать камеру до уровня глаз и таким образом производить фотографирование с правильной точки зрения.

Существуют и другие, более простые конструкции видоискателей, напоминающие прицельные приспособления. В таких типах видоискателей нет оптической системы; всё устройство состоит из мушки и рамки, укреплённых на корпусе фотоаппарата.

Д. **Приспособления для наводки на резкость**

Для получения резкого изображения объектив фотоаппарата должен находиться на строго определённом расстоянии от задней стенки камеры, где после наводки будет помещена фотографическая пластинка. В старину, да и теперь при съёмке неподвижных предметов наводка на резкость делается по матовому стеклу, помещаемому вместо задней стенки камеры. Передвигая объектив или заднюю доску камеры, фотограф добивается получения резкого изображения на матовом стекле. После наводки стекло заменяется фотопластинкой, и производится съёмка.

Совершенно ясно, что этот громоздкий способ не применим при съёмке быстродвижущихся предметов. Нельзя ли заранее нанести какие-нибудь деления на передней подвижной доске фотоаппарата или даже на оправе объектива, чтобы потом, зная расстояние до снимаемого предмета, сразу, не смотря даже на матовое стекло, устанавливать объектив на резкость?

Да, так сделать можно, и это часто делается. Но здесь возникает новое затруднение: как определять расстояние до снимаемого предмета? На глаз определить расстояние с точностью, достаточной для получения резкого изображения, бывает иногда нелегко. Существуют, правда, маленькие приборчики — дальномеры, позволяющие узнать это расстояние.

В таком случае фотограф должен сначала определить расстояние при помощи дальномера, поставить указатель на оправе объектива или на доске фотокамеры на соответствующую цифру и затем уже производить фотосъёмку. Нужно заметить, что чем больше расстояние до

снимаемого предмета и чем меньше размер фотоаппарата, тем с меньшей точностью могут быть произведены все эти вычисления.

Но в настоящее время и этот способ наводки уже кажется несовершенным. Фотограф не любит обременять себя различными измерительными приборами, а предпочитает работать с автоматическими приспособлениями. В наших современных фотокамерах «Москва-2», «ФЭД», «Киев» оптический дальномер непосредственно соединён с механизмом, передвигающим объектив.

Упрощённая схема Такого дальномера изображена на рис. 15. Представьте себе, что в точке Г находится наш глаз и мы смотрим прямо на предмет, находящийся в точке П. Направление лучей света, идущих к нам, обозначено стрелками. В механизме фотоаппарата, на пути луча света, помещено маленькое полупрозрачное зеркальце $З_1$, могущее поворачиваться около оси О. К зеркальцу прикреплён рычаг Р, связанный с оправой объектива.

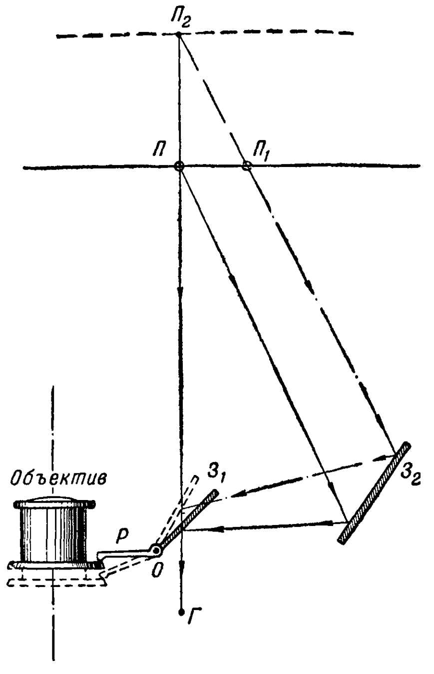


Рис. 15. Схема, поясняющая устройство дальномера для наводки на резкость:

Г — точка, в которой помещается глаз; П — предмет; $П_1$—второе изображение предмета; $З_1$—подвижное зеркальце; О - ось зеркальца; Р — рычаг, связывающий зеркальце с оправой объектива; $З_2$ — неподвижное зеркальце

Так как зеркальце полупрозрачно, то лучи от предмета проходят через него в наш глаз. Но они идут и по другому направлению, отражаясь от неподвижного зеркальца $З_2$, и тоже попадают в глаз. Когда зеркальца находятся в таком положении, в котором они изображены на рисунке сплошными линиями, оба изображения

предмета сливаются в одно и мы видим предмет, каким он есть на самом деле.

Но стоит только чуть-чуть повернуть полупрозрачное зеркальце вокруг оси О, установив его в положение, показанное пунктиром, то один из лучей (показанных пунктирными стрелками) должен будет итти уже по несколько другому направлению, чтобы попасть в наш глаз. В этом случае нам покажется, что изображение предмета как бы раздвоилось: одно изображение находится в точке П, а другое в точке $П_1$. На рисунке Вы видите, что каждому положению объектива аппарата строго соответствует тот или иной небольшой поворот полупрозрачного зеркальца.

Из рисунка понятно также, что изображение не двоилось, если бы предмет находился в точке $П_2$. Значит, при определённом положении подвижного зеркальца изображение предмета не будет двоиться только тогда, когда сам предмет находится на определённом расстоянии. Стоит только предмету приблизиться к фотоаппарату или удалиться от него, изображение в дальномере сейчас же будет раздваиваться.

Не надо думать, что фотографу приходится делать какие-нибудь вычисления. Поворотное приспособление зеркальца связано системой рычагов с подвижной оправой объектива, и весь механизм отрегулирован так, что если в дальномере видно не двоящееся изображение, то можно быть уверенным, что объектив фотокамеры установлен точно на резкость.

Весь процесс наводки сводится к тому, что фотограф, смотря в окошечко дальномера, поворачивает оправу объектива или специальную шестерёнку до тех пор, пока изображение предмета не перестанет раздваиваться. После этого остаётся только нажать на спусковую кнопку затвора.

Иногда поступают и по-другому. Представьте себе, что Вы хотите сфотографировать спортсмена, бегущего по направлению к Вам. Даже при наличии только что описанного дальномера навести на резкость будет очень трудно. В этом случае устанавливают дальномер на желаемое расстояние, например на пять метров, и следят в его окошечко за двойным изображением набегающего спортсмена. В тот момент, когда две фигуры сольются в одну, нажимают спусковую кнопку затвора — и снимок

сделан. Нужно только не забыть в этот момент перевести глаз от окошка дальномера к окошку видоискателя. В фотоаппарате «Киев» устранено и это затруднение. В нём скомбинированы вместе и дальномер, и видоискатель.

Е. **Кассеты**

Кассетой называется приспособление, предназначенное для хранения светочувствительной пластинки или плёнки вплоть до момента съёмки. В переводе на русский язык кассета обозначает «ящичек». И в самом деле, в пластиночных фотоаппаратах кассеты представляют собой плоские ящички с выдвижной крышкой. Только в старинных фотоаппаратах кассеты изготовлялись из

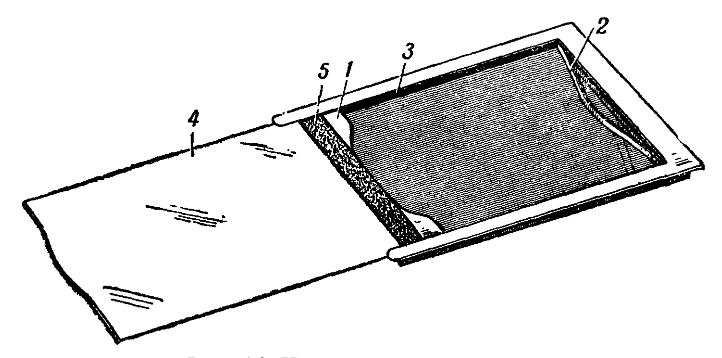


Рис. 16. Кассета для пластинок:
1 — язычки; 2 — пружина; *3* — пазы; *4* — крышка кассеты; *5* — плюш

дерева, теперь же их штампуют из металла. На рис. 16 изображена обычная кассета. Фотографическая пластинка вкладывается в кассету светочувствительным слоем вверх и закрепляется язычками (1), под которые она поджимается пружиной (2). По краям кассеты находятся пазы (3), в которые вдвигается крышка (4). При задвинутой крышке кассета делается совершенно светонепроницаемой.

После наводки аппарата на резкость из задней стенки его выдвигается рамка, в которую было вставлено матовое стекло. В эти же самые пазы вдвигается кассета. Перед самой съёмкой, когда затвор аппарата закрыт, вынимают крышку кассеты. Почему же свет не может попасть на пластинку через ту щель, куда встав-

лялась крышка кассеты? На рис. 16 показано, чем достигается светонепроницаемость в этом месте кассеты. На край кассеты наклеена Полоска плюша с высоким ворсом (5). Точь в точь такая же полоска наклеена и на задней стенке фотокамеры, так что при вдвинутой кассете они соприкасаются друг с другом. Ворсинки ткани создают светонепроницаемую преграду, но, конечно, не составляют никакого препятствия для вдвигания крышки кассеты.

Нужно заметить, что этот способ создания светонепроницаемости применяется в очень многих конструкциях фотографических приборов.

Когда крышка кассеты выдвинута, остаётся только произвести съёмку, вновь задвинуть крышку и вставить на место кассеты рамку с матовым стеклом.

Начинающие фотографы делают часто ошибки как раз при этом простом процессе съёмки. Очень часто снимают, когда крышка кассеты не открыта. Очень часто вытаскивают кассету из аппарата, не закрыв крышки кассеты. А если фотограф уж очень рассеян, он может снять на одну и ту же пластинку несколько портретов или пейзажей. Против таких ошибок существует только один совет: кассету с использованной пластинкой нужно немедленно вынимать и прятать в какое-нибудь особое отделение футляра аппарата.

Фотоаппараты, приспособленные для съёмки на плёнках, заряжаются по-другому. Плёнка для фотоаппаратов «Москва-2» и «Любитель» продаётся намотанной на катушки. Она намотана вместе с лентой из плотной чёрной бумаги и таким образом защищена от действия света. В фотоаппарате плёнка по мере съёмки перематывается с одной катушки на другую, проходя по рамке, сделанной в задней стенке камеры. Плёнка остаётся всё время открытой за объективом и об этом не нужно забывать, чтобы, нажав случайно на спусковой механизм затвора, не произвести ненужного снимка. В аппарате «Москва-2» устроено так называемое блокировочное приспособление, не позволяющее сделать второй снимок на одном и том же кадре. После съёмки плёнка оказывается перемотанной на другую катушку. Она защищена бумажной лентой от действия света и может быть вынута из аппарата на свету. Таким образом, для этих аппаратов не нужно никаких кассет.

В аппаратах типа «ФЭД» и «Киев» используется нормальная киноплёнка шириной 35 миллиметров. Отрезки плёнки длиной по 1,6 метра заряжаются в кассеты. На рис. 17 изображена кассета для подобных плёнок. Она представляет собой цилиндрический футляр с боковой щелью (1), края которой оклеены плюшем. Плёнка закрепляется одним концом на стержне катушки (2) и туго наматывается на неё. Катушку с плёнкой вставляют в футляр таким образом, чтобы плёнка вошла в боковую щель. После этого закрывают крышку кассеты. Само собой разумеется, что все эти операции производятся в темноте.

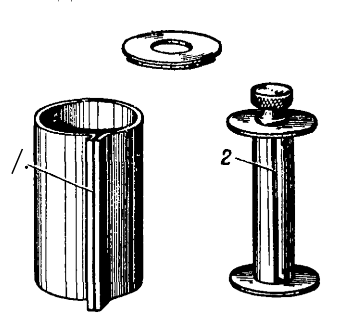


Рис. 17. Кассета для плёночных аппаратов „ФЭД“ и „Киев“:

1 — щель с краями, оклеенными плюшем; *2* — катушка с пружиной для закрепления конца пленки

В настоящее время фотограф избавлен и от трудностей зарядки кассет,— в продаже имеются плёнки, уже заряженные в лёгкие пластмассовые кассеты. Нужно только вставить кассету в фотоаппарат и закрепить конец плёнки в стержне катушки, на которую плёнка будет перематываться по мере съёмки. Когда плёнка будет использована, что узнаётся по счётчику, помещённому на крышке фотоаппарата, её, не открывая камеры, специальным приспособлением перематывают обратно в кассету. После этого кассета может быть вынута на свету и заменена другой.

Читателя не должно удивлять, что мы так подробно остановились на описании, казалось бы, таких простых приспособлений, как кассеты. Начинающему фотографу обязательно придётся иметь дело с кассетами и катушками плёнки и заряжать фотокамеру самому.

6. ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Наша промышленность выпускает фотографические аппараты разнообразных систем. Это разнообразие обусловливается техникой фотографирования. В типографиях, где изготовляются клише для печати, иногда применяются фотоаппараты огромных размеров, так как

В полиграфическом производстве часто приходится переснимать очень большие рисунки и чертежи. Кроме того, в условиях производства не приходится переносить аппарат с места на место, и поэтому такая фотокамера напоминает скорее большой тяжёлый станок с многочисленными маховичками и рукоятками управления.

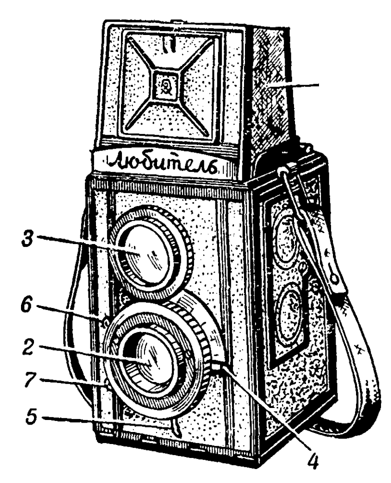


Рис. 18. Общий вид фотоаппарата „Любитель“:

1 — светозащитные гаторки; *2* — фотообъектив; *3* — объектив видоискателя; *4* — рычаг регулировки диафрагмы; *5* — поводок регулировочного кольца затвора; *6* — заводной рычаг затвора: *7* — спусковой рычаг затвора

Большие и тяжёлые камеры применяют также фотографы - профессионалы, работающие в специальных ателье.

Фотограф - корреспондент нуждается в аппарате небольших размеров, прочном, компактном, могущем переносить все невзгоды походной жизни. Быстрота изготовки к действию, быстрота наводки на резкость и безотказность работы механизма — одни из главных требований к такому фотоаппарату.

Фотограф - любитель, особенно начинающий, предъявляет свои требования к камере. Ему очень хочется быстрее изучить все особенности механизма аппарата и получить первый самостоятельный снимок. Наши конструкторы учитывают это, и любительские фотоаппараты представляют собой сравнительно простые механизмы, надёжно действующие даже в неумелых руках.

Нам незачем подробно описывать конструкции всех фотоаппаратов, выпускаемых нашей промышленностью, так как при покупке камеры к ней прилагается обычно подробный проспект-описание.

А. **Фотоаппарат «Любитель»**

В этом фотоаппарате два объектива (рис. 18). Но верхний объектив в съёмке не участвует, а служит для

наводки на резкость и, кроме того, является объективом видоискателя. Собственно говоря, в этом аппарате имеются две камеры, поставленные одна на другую. Обе они практически направлены в одну точку, и поэтому, что видно на матовом стекле верхней камеры, то получится при съёмке на плёнке, которой заряжена нижняя камера.

На рис. 19 фотоаппарат «Любитель» представлен в схематическом разрезе. Свет от снимаемого предмета проходит через объектив (1), который даёт изображение на плёнке (2). В верхней камере свет проходит через такой же объектив (3), отражается от зеркала (4) и попадает на линзу (5), в центре которой находится матовый кружок (6). Оба объектива находятся в одной и той же оправе и для наводки на резкость передвигаются вместе. Таким образом, если на матовом кружке линзы изображение получено резким, то можно быть уверенным, что оно будет резким и на плёнке, когда последняя подвергнется экспозиции.

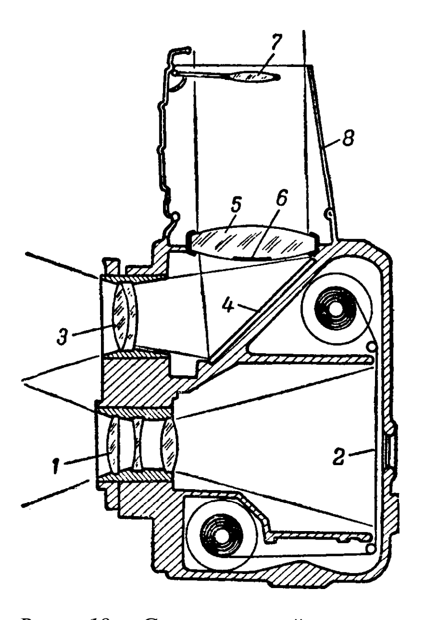


Рис. 19. Схематический разрез фотоаппарата „Любитель“:

1 — фотообъектив; *2* — пленка; *3* — объектив видоискателя; *4*—наклонное зеркало видоискателя; *5* — линза видоискателя; *6* — матовый кружок; *7* — вспомогательная линза для наводки на резкость; *8* — светозащитные шторки

Для начинающего фотографа всегда приятно видеть на стекле видоискателя изображение снимаемого предмета именно той величины, какую оно будет иметь на готовом снимке. Здесь он гарантирован от ошибок неправильной наводки на предмет. Наводка на резкость облегчается небольшой линзой (7), укреплённой в верхней части светозащитных складных шторок (8) аппарата, защищающего матовое стекло от лишнего света.

В оправе объектива находится затвор, позволяющий снимать как с выдержкой любой продолжительности, так и производить моментальную съёмку со скоростями $^1/_{10}$, $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ и $^1/_{250}$ секунды. Здесь же, между линзами объектива, имеется диафрагма, при помощи которой можно изменять светосилу объектива от 1 : 4,5 до 1 : 22.

Фотоаппарат «Любитель» заряжается стандартной плёнкой шириной 6 сантиметров. На одной катушке плёнки можно сделать двенадцать снимков размером шесть на шесть сантиметров.

Б. **Фотоаппарат «Москва-2»**

Этот аппарат (рис. 20) представляет собой складную ручную фотокамеру, заряжающуюся плёнкой. Размер по-

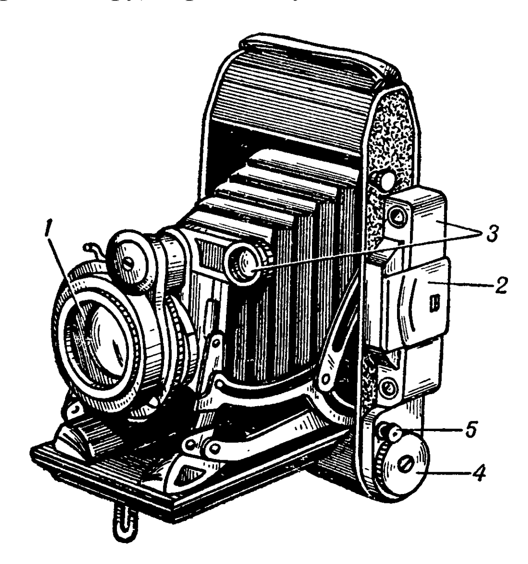


Рис. 20. Общий вид фотоаппарата „Москва-2“: *1* — объектив; *2* — видоискатель (в закрытом положении); *3* — дальномерное устройство с автоматической установкой на резкость; *4* — ручка перевода пленки; *5* — спусковая кнопка

лучаемых снимков — 6 X 9 см, причём на одной катушке стандартной плёнки можно получить восемь фотоснимков. У этой камеры четырёхлинзовый объектив с фокусным расстоянием 11 см и светосилой 1 : 4,5. Светосила объек-

тива может меняться при пэмощи диафрагмы от 1 : 4,5 до 1 : 32. Скорость центрального затвора при моментальной съёмке изменяется от одной секунды до $^1/_{250}$ секунды. Кроме того, съёмка может быть произведена с любой выдержкой.

Камера «Москва-2» снабжена дальномерным устройством для автоматической установки на резкость.

В. **Фотоаппарат «ФЭД»**

Фотоаппарат «ФЭД» относится к малоформатным камерам, выпускаемым нашей промышленностью. Размер снимка, получаемого при помощи этого фотоаппарата, равен 24 X 35 миллиметров. Конечно, такой снимок может быть использован только после увеличения. Значит, в конструкции этой камеры должны быть предусмотрены все условия, необходимые для получения точного и резкого снимка.

Фотоаппарат «ФЭД» представляет собой довольно простой, хорошо продуманный и точный механизм. Внешний вид его представлен на рис. 21. Аппарат снабжён объективом (1) со светосилой 1 : 3,5, в выдвижной оправе. Наводка на резкость может быть произведена по шкале расстояний (2) или, что удобнее, при помощи дальномера (3). Дальномер связан механически с винтовой оправой объектива. Когда при повороте рукоятки (4) изображение предмета в окошечке дальномера перестанет двоиться, можно быть уверенным, что аппарат установлен на резкость. Объектив снабжён диафрагмой, позволяющей уменьшать светосилу его до 1 : 18. Диафрагма управляется рычагом (5), помещённым на передней части оправы объектива.

В этом аппарате видоискатель прямого зрения, так что снимать можно только с уровня глаз, что, конечно, правильно. Его переднее окошко (6) видно на рисунке.

На верхней крышке аппарата расположены рукоятки управления. Ручка (7) служит одновременно для заводки затвора и для перевода плёнки. Благодаря этому приспоблению сделать два снимка на одном и том же кадре нельзя. Под ручкой перевода плёнки находится диск с делениями (8). Это — счётчик снятых кадров.

Когда плёнка использована, то есть сняты все 36 кадров, выключают механизм перевода плёнки поворотом

ручки (9) против часовой стрелки, вытягивают вверх гэловку ручки (10) и, вращая её по часовой стрелке, перематывают использованную плёнку вновь в кассету, устройство которой было описано в разделе 5. После этого кассета на свету может быть заменена другой.

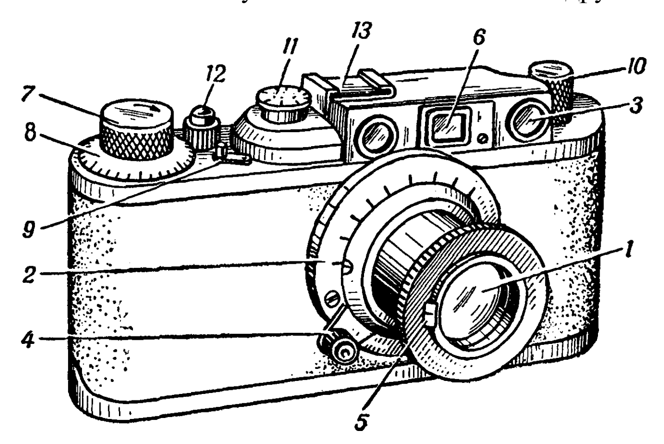


Рис. 21. Общий вид фотоаппарата „ФЭД":

1 — объектив; *2* — шкала расстояний; *3* — переднее окошко дальномера; *4* — рукоятка наводки на резкость; *5* — рычаг диафрагмы; *6* — переднее окошко видоискателя; *7* — ручка перевода пленки и заводки затвора; *8*— шкала счетчика пленки; *9* — ручка выключения подачи пленки; *10*— ручка перемотки пленки; *11*—диск установки скоростей затвора; *12*—спусковая кнопка затвора; *13* — скоба для видоискателей

На диске (11) указаны скорости затвора. Вытягивая диск вверх, поворачивая и отпуская, можно установить скорости съёмки от $^1/_{20}$ до $^1/_{500}$ секунды. При установке диска на букву «В» затвор остаётся открытым всё время, пока нажата спусковая кнопка (12). Заметим кстати, что устанавливать затвор на определённую скорость можно только после заводки его.

Скоба (13), находящаяся на самом верху крышки, служит для разных целей. В неё вставляются специальные видоискатели в том случае, если съёмка производится с другим объективом (у этой камеры сменные объективы), или приспособление для автоматической съёмки. В последнем случае маленький механизм производит нажим спусковой кнопки через десять секунд после пуска его в ход. С этим приспособлением Вы можете снять сами себя или сняться в общей группе.

У камеры «ФЭД» шторный затвор, с устройством которого мы уже знакомы. При заводке затвора щель его остаётся закрытой, что исключает возможность засветки плёнки при открытом объективе. Для зарядки камеры нужно открыть её нижнюю крышку, вынуть пустую катушку для приёма снятой плёнки, закрепить конец новой плёнки на оси катушки и вставить кассету и катушку в камеру.

Мы не останавливаемся подробно на обращении с этой камерой, так как все указания находятся в руководстве, продающемся вместе с фотоаппаратом. Камера «ФЭД» является наиболее удобной и самой лёгкой по весу (550 г).

Г. Пластиночные камеры

Существует мнение, что пластиночные камеры громоздки, смена пластинок в них представляет большие неудобства и т. д. и они поэтому постепенно уступают своё место плёночным. Безусловно, плёночные камеры незаменимы там, где от фотографа требуются большая подвижность и оперативность, например, они ценны для фоторепортёра и туриста. Но и пластиночные камеры совершенно незаменимы там, где требуется большая точность работы, например, в полиграфической промышленности, при изготовлении сеток и шкал для различных оптических приборов. Они ценны и для фотографа-профессионала, работающего в ателье, так как он может сейчас же после съёмки проявить пластинку и проверить результаты своей работы. В случае же применения плёнок обычно приходится проявлять всю ленту.

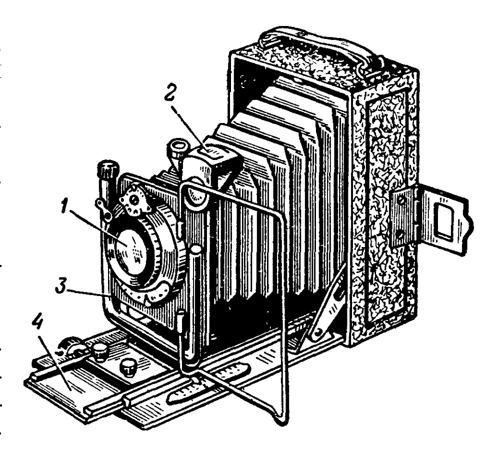


Рис. 22. Общий вид пластиночной камеры „Фотокор":

1 — объектив; *2* — видоискатель; *3* — передняя стойка; *4* — салазки

На рис. 22 представлен общий вид складной пластиночной камеры «Фотокор», снабжённой центральным затвором с меняющимися скоростями и ирисовой диафрагмой. После рассмотрения предыдущих, более сложных конструкций не понадобится её подробное описание. В ней всё открыто — объектив (1), видоискатель (2) и передняя стойка (3), на которой укреплён объектив и которая может передвигаться по салазкам (4) для наводки на резкость. Матовое стекло для наводки на резкость и кассеты вдвигаются в пазы на задней стенке камеры, не видной на рисунке.

7. ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ

А. Разложение и сочетание цветов

Заветная мечта каждого, занимающегося фотографией, — получить изображение в натуральных цветах. Сколько новых возможностей открывается здесь! Яркие цветы и фрукты, пёстрые одежды, морские просторы и голубое небо, зелень полей и лесов — всё это можно было бы запечатлеть на фотоснимке.

Заветная мечта фотографа исполнилась, и сейчас всё это возможно. Теперь существует несколько способов получения цветного изображения, два из которых мы здесь и рассмотрим.

Давно уже известно, что луч солнечного света, дающий белое пятно на листе бумаги, состоит из световых лучей различных цветов. Здесь имеются: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый. Все эти семь цветов — так называемые цвета спектра — при смешении дают белый цвет. Известно также, что все цвета можно получить при смешении только трёх основных цветов — красного, синего и зелёного.

Если перед тремя прожекторами поставить цветные стёкла — красное, синее и зелёное — и свести все три луча в одну точку на белом полотне, то в этом месте получится пятно белого цвета. Стоит только убрать синий прожектор — и пятно окрасится в жёлтый цвет, Если потушить только красный прожектор, световое пятно станет голубым. Регулируя силу света всех трёх прожекторов, можно получить все цвета спектра.

Такое же смешение цветов происходит и в нашем глазном аппарате, светочувствительные элементы кото-

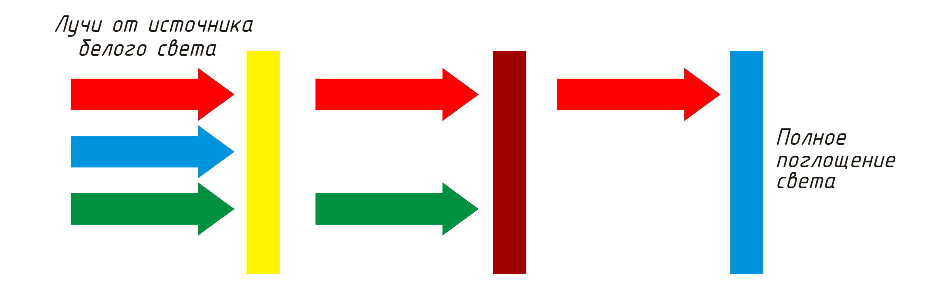


Рис. 23. Как световые лучи основных цветов поглощаются светофильтрами, окрашенными в дополнительные цвета

рого отзываются только на синий, красный и зелёный цвета. В результате этого мы и видим окружающий нас мир во всём многообразии его красок. Теорию смешения основных цветов высказал гениальный русский учёный Михаил Васильевич Ломоносов в своём труде «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее, июля 1 дня 1756 года говорённое». Работы М. В. Ломоносова и, позднее, академика П. П. Лазарева о трёхцветной теории зрения явились ценным вкладом в мировую науку и послужили теоретической основой цветной фотографии. В начале этой книги мы уже упоминали о работах Козловского, И. Ф. Усагина и Е. Ф. Буринского, устанавливающих приоритет отечественных учёных и изобретателей в области цветной фотографии.

Смешение трёх основных цветов можно произвести ещё таким способом. Вырежьте кружок из белой бумаги и разделите его радиусами на три равные части. Каждый полученный сектор окрасьте в красный, синий и зелёный цвета. Если теперь заставить кружок быстро вращаться, насадив его, например, на ось электромотора, то поверхность кружка будет казаться белой, вернее, светлосерой.

Такие способы смешения цветов называются в технике сложением цветов. Но все цвета спектра можно получить также вычитанием из белого света цветов, дополнительных к основным. Этот способ применяется гораздо чаще.

На рис. 23 схематически представлен процесс последовательного вычитания основных цветов из потока белого света при помощи цветных стёкол, окрашенных в дополнительные цвета. Луч от источника белого света, изображённого слева, состоит из лучей красного (к), синего (с) и зелёного (з) цветов. Первое стекло жёлтего цвета (ж) целиком задерживает синие лучи. В следующем стекле пурпурного цвета (п) (пурпурный цвет — смесь красного и голубого, так называемый «малиновый») будут задержаны зелёные лучи, и в световом потоке останутся лучи только красного цвета. Если на их пути поставить голубое стекло (г), то и красные лучи поглотятся им. За голубым стеклом не будет уже никаких видимых лучей.

Все ли цвета можно получить способом «вычитания»? Да, практически все. Какое сочетание стёкол, например, нужно взять, чтобы получить зелёный цвет? Смотря на

белый снег через жёлтое стекло, мы вычитаем из белого цвета, из смеси трёх основных цветов, главным образом всю синюю часть. Если теперь мы сложим жёлтое стекло с голубым, то тем самым мы вычтем и красную часть спектра. В результате останутся только зелёные лучи. Таким образом, зелёный цвет можно получить, складывая жёлтое и голубое стекло и смотря через них на источник белого света-

Оранжевый цвет можно получить, складывая красное и жёлтое стёкла, фиолетовый — красное и синее и так далее. При сочетании цветных стёкол, окрашенных в голубой, жёлтый и пурпурный цвета, можно получить, рассматривая их против белого света, все цвета спектра. Если сложить все три таких стекла вместе, то этим самым мы произведём вычитание всех цветов, то есть, как мы уже знаем, получим отсутствие света, непрозрачную пластинку.

Перед цветной фотографией стоит задача — разложить сложные цвета предметов на простые, основные — красный, синий и зелёный, и затем снова сочетать их так, чтобы готовое изображение приобрело натуральную окраску. Такое разделение цветов можно произвести при помощи светофильтров.

Что такое светофильтры? Возьмите красное стекло и посмотрите через него на окружающие предметы. Зелёные листья и синяя обложка тетради покажутся очень тёмными, почти чёрными, и только красный флаг останется таким же ярким, как и при наблюдении простым глазом. Почему это происходит? Потому что красное стекло пропускает преимущественно только лучи красного и жёлтого цветов и задерживает остальные. Если смотреть через зелёное стекло, то неизменно яркой останется лишь зелень деревьев и травы. Красный флаг будет выглядеть почти чёрным. Подобным же образом сине-фиолетовое стекло пропустит лучи света, отражённые от предметов, окрашенных в синий или голубой цвет, и сильно поглотит красный цвет.

Такие окрашенные стёкла, пропускающие лучи только одного определённого цвета, например, красного, зелёного или синего, называются светофильтрами. Чем выше качество светофильтра, тем лучше задерживает он лучи иной окраски, чем та, которую он имеет сам.

Рассмотрим теперь более подробно процесс разложения и сочетания цветов в цветной фотографии.

Посмотрите на рис. 24. На голубом фоне неба, на зелёной траве стоит белая палатка с красным вымпелом. От входа в палатку идёт песчаная жёлтая дорожка. Внутри палатки темно — вход окрашен в чёрный цвет. Каким путём можно передать все эти цвета на фотографии?

Сфотографируем три раза этот рисунок на панхроматических, то есть чувствительных ко всем цветам пластинках. Первый раз мы наденем на объектив камеры красный светофильтр. Через этот фильтр пройдут лучи, отражённые от красного вымпела и жёлтой дорожки. В этих местах изображения и будет засвечена фотопластинка. Все остальные лучи будут задержаны.

При съёмке с синим светофильтром на пластинку подействуют только синие и зелёные лучи. Третий раз — через зелёный светофильтр пройдут только зелёные, синие и жёлтые лучи. Это прохождение лучей условно показано на схеме рис. 25 при трёхкратной съёмке.

На первом снимке на негативе выйдут чёрными только вымпел и жёлтая дорожка (I). На втором почернеют трава и небо (2), на третьем — трава, небо и дорожка (3). Белая палатка выйдет чёрной на всех трех негативах, а чёрный вход везде получится белым.

Полученные негативы, регистрирующие в отдельности все цвета объекта, называются цветоделенными негативами. О количестве того или иного цвета мы можем судить только по степени почернения негативов.

Как же в дальнейшем нам снова получить окрашенное фотографическое изображение? Для этого в технике цветной фотографии существует несколько путей.

Самый простой путь состоит в следующем. С каждого из цветоделенных негативов изготовляют на фотоплёнке прозрачный позитивный отпечаток и при помощи химической обработки заменяют металлическое серебро на каждом из этих отпечатков на красящее вещество, цвет которого является дополнительным к цвету светофильтра, за которым получен данный снимок. Если теперь все три окрашенных позитивных изображения сложить вместе так, чтобы контуры предметов совпадали, и рассматривать этот пакет против белого света, то мы увидим снятую нами картину в естественных цветах.

В какой же цвет должен быть окрашен каждый позитивный отпечаток? На рис. 24 внизу изображены все три отпечатка. Обратите внимание на то, что на втором

снимке, полученном за синим светофильтром, наибольшее количество серебра выделилось на месте изображения жёлтой дорожки и красного флага. Значит, именно на этом снимке серебро должно быть заменено на жёлтый краситель. Этот позитив и окрашивается в жёлтый цвет.

На первом снимке, сделанном за красным фильтром, серебро выделилось главным образом на местах изображения неба и травы. На других же позитивах эти места лишь слабо потемнели. Значит, первый снимок отвечает синим и зелёным местам объекта и окрашивается весь в голубой цвет. Третий снимок, полученный за зелёным светофильтром, отвечает красным местам и окрашивается в пурпурный (малиновый), цвет.

При наложении окрашенных позитивных отпечатков друг на друга и рассматривании их против белого света голубое и жёлтое изображение травы даст зелёный цвет, пурпурное и жёлтое дадут изображение красного вымпела. Чёрный вход в палатку будет сильно окрашен на всех трёх позитивах, и при наложении их друг на друга это место совсем не пропустит света. Изображение белой палатки не содержит серебра и останется белым.

В современной технике цветной фотографии совмещение цветоделенных окрашенных позитивов производится несколькими способами. В этой книжке мы рассмотрим только два пути получения цветного изображения.

Б. **Многослойная плёнка**

В этом способе цветной фотографии мы встречаемся с новым фотографическим материалом — многослойной плёнкой. Процессы, происходящие при фотографировании и проявлении, довольно сложны, и читатель поймёт их только тогда, когда внимательно прочитает предыдущие главы о чёрно-белой фотографии.

На рис. 26 изображён схематический разрез подобной плёнки. На целлулоидную основу нанесены последовательно три тонких слоя эмульсии с совершенно различными фотографическими свойствами. Прежде всего, каждый из этих слоёв обладает избирательной чувствительностью по отношению к разным цветам спектра. Это достигается специальной операцией — очувствлением (сенсибилизацией).

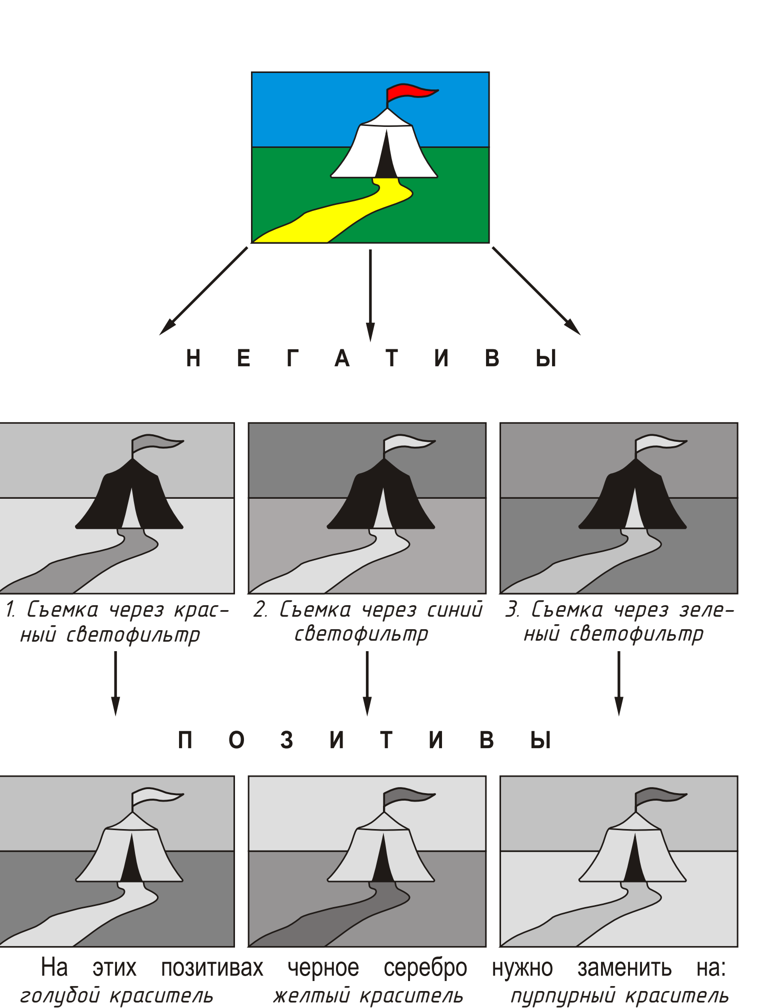
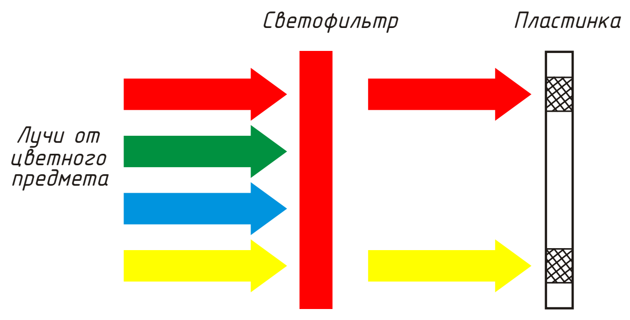
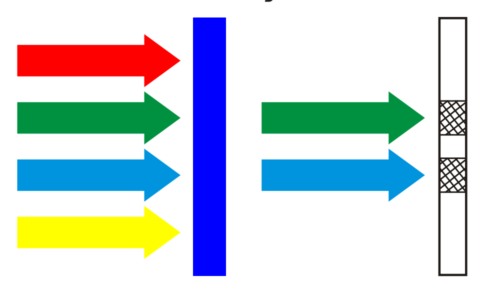


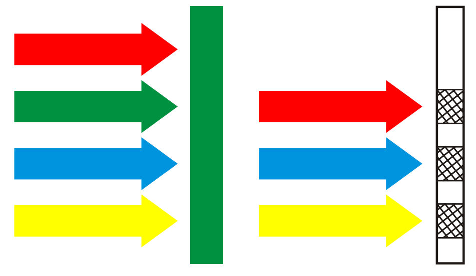
Рис. 24. Схема получения цветоделенных негативов при съемке окрашенных предметов через светофильтры и позитивы, полученные с негативов



1. Съемка через красный светофильтр
На пластинку подействовали только красные и желтые лучи



2. Съемка через красный светофильтр
На пластинку подействовали только зеленые и голубые лучи



3. Съемка через зеленый светофильтр
На пластинку подействовали зеленые, голубые и желтые лучи

Рис. 25. Схематическое изображение поглощения цветных лучей при получении цветоделенных негативов

Верхний слой плёнки (1) чувствителен главным образом к синим лучам. Это значит, что на него будут действовать только эти лучи. Следующий слой (2) представляет слой желатины, окрашенный в жёлтый цвет и служащий светофильтром. Он задержит синие лучи, все остальные лучи спектра пройдут дальше в следующие слои. Первый слой после жёлтого светофильтра (3) очувствлён по отношению к зелёным лучам. Последний (4) слой избирательно чувствителен только к красным лучам спектра.

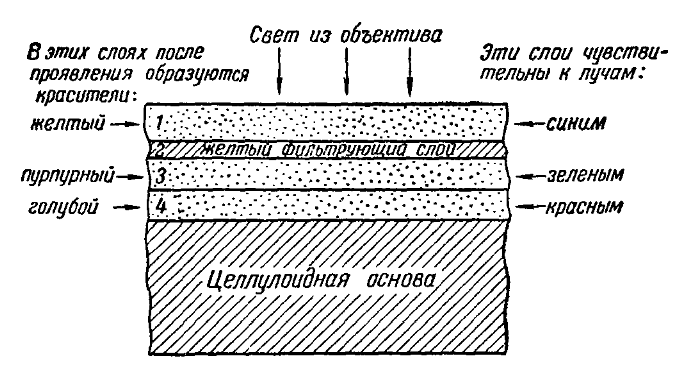


Рис. 26. Схематический разрез многослойной плёнки для цветной фотографии

Совершенно ясно, что такой пакет из трёх слоев, подвергнутый действию света за объективом фотоаппарата, заменяет собой только что описанную съёмку на трёх панхроматических пластинках за тремя светофильтрами.

Что произойдёт, если мы проявим после экспозиции такую многослойную плёнку обыкновенным проявителем? Мы получим три цветоделенных негатива, наложенных один на другой. На просвет, после удаления бромистого серебра раствором гипосульфита, весь пакет будет выглядеть как обыкновенный негатив. Все прозрачные места такого негатива будут окрашены в жёлтый цвет, так как слой (2), играющий роль светофильтра, остаётся без изменения. Никакого цветного изображения таким способом получить, конечно, нельзя.

Вернёмся снова к рис. 26. Мы уже сказали, что каждый отдельный слой бромосеребряной эмульсии чувствителен только к определённой части спектра. Теперь, отметим ещё следующее важное обстоятельство. Кроме бромистого серебра, каждый слой содержит бесцветные, химические соединения, которые только после проявления превращаются в окрашенные вещества — красители.

Какими же должны быть эти красители? Цвета их должны быть дополнительными к основным цветам — красному, синему и зелёному. В первом слое (1), чувствительном к синим лучам, содержатся вещества, которые в дальнейшем, при проявлении, дадут жёлтый краситель. Во втором (3) слое образуется пурпурный краситель, а в последнем (4) — голубой.

Но эти красители не должны выделяться равномерно во всём отдельном желатиновом слое эмульсии, а только там, где появилось чёрное серебряное изображение, то есть как и в случае съёмки на отдельных пластинках, когда мы заменяли серебро на красители.

Это осуществляется при помощи очень сложных химических процессов, происходящих при проявлении специальным проявителем. В проявителе содержатся вещества, разрушающиеся, или, как говорят химики, окисляющиеся в том месте, где проявляется чёрное изображение. Химические вещества, выделяющиеся при этом окислении проявителя, и образуют красители с бесцветными веществами в желатиновом слое.

Таким образом, при проявлении многослойной плёнки специальным проявителем в каждом слое образуется и серебряное изображение и одновременно в этих же местах выделяется краситель. Значит, в отдельном слое после проявления мы будем иметь: металлическое серебро, краситель и остаток бромистого серебра. Теперь остаётся только удалить бромистое и металлическое серебро, не затрагивая при этом красителя. Это производится соответствующей химической обработкой.

Мы получили цветное изображение на плёнке. Но посмотрите его на просвет: зелень получилась пурпурной, голубое небо буро-жёлтым, красный вымпел — зелёным! Одним словом, все получилось в дополнительных цветах. Таким и выглядит в цветной фотографии негативное изображение.

Нетрудно представить себе, каким образом теперь можно получить изображение в натуральных красках, то есть цветной позитив. Для этой цели цветной негатив накладывают в темноте в копировальной рамке на многослойную плёнку, подобную только что описанной, и экспонируют на белом свете. После проявления цветным проявителем и удаления остатков серебра и бромистого серебра мы получим цветной позитив, то есть изображение в натуральных цветах.

Так снимаются и печатаются цветные кинофильмы, которые Вы видите на наших экранах, например, «Каменный цветок», «Сказание о земле сибирской», «Падение Берлина» и др. Заметим, что для получения правильной передачи цветов обычно при печати применяют цветные светофильтры.

В настоящее время нашими фабриками выпускаются реактивы для проявления цветной плёнки и бумага для цветной фотографии под названием «Фотоцвет». По существу она отличается от плёнки только тем, что вместо целлулоидной основы все её четыре слоя нанесены на бумагу. Пользуясь цветными негативами и набором светофильтров для исправления неправильной передачи цветов на такой бумаге, можно получать цветные фотографии при помощи увеличителя или непосредственно копированием в рамке.

В. **Гидротипный способ**

В технике цветной кинематографии используется и другой способ получения цветного кинофильма — так называемый гидротипный способ.

Исходным материалом для этого способа служат полученные тем или иным образом три цветоделенные негатива, то есть негативные фильмы, снятые на панхроматических плёнках соответственно за красным, зелёным и синим светофильтрами.

С каждого из цветоделенных негативов печатается позитивная копия на особой, так называемой «матричной», плёнке. Матричная плёнка представляет собой киноплёнку из целлулоида с нанесённым на него прозрачным желатиновым слоем без бромистого серебра. В процессе изготовления используется следующее удивительное свойство желатины. Если желатиновый слой

пропитать в темноте раствором хромпика (двухромовокислого калия) и затем высушить, то желатина делается светочувствительной. Обработанный таким образом, слой, если на него предварительно подействовал свет, становится нерастворимым в горячей воде.

На матричную плёнку, очувствлённую подобным образом, производится печать с каждого из цветоделенных негативов. Матричная плёнка обладает очень малой чувствительностью, и поэтому при печати приходится применять весьма мощные источники света, например ртутные лампы высокого давления. Их свет очень богат ультрафиолетовыми лучами, как раз необходимыми для данной цели.

После печати матричную плёнку опускают в горячую воду. Незасвеченная желатина растворяется уже при сравнительно низкой температуре — градусов 35—40. Чем сильнее засвечен желатиновый слой, тем труднее он отмывается в горячей воде, тем толще получится оставшийся после отмывки слой желатины. По окончании отмывки мы получим на плёнке рельефное, выпуклое изображение. Под тёмными местами негатива рельеф будет очень тонким, а под светлыми — самым толстым.

В результате рассмотренных нами процессов печати и горячей отмывки на матричной плёнке получаются три рельефные копии с трёх цветоделенных негативов. Вот эти три матрицы и служат исходным материалом для производства цветного позитивного изображения. Весь дальнейший процесс несколько напоминает типографскую печать с той только разницей, что в типографии краской покрывают выпуклые места клише (матрицы), а в нашем случае раствор красителя должен пропитать весь желатиновый слой.

В какие же цвета нужно окрасить наши матрицы, чтобы при сложении их вместе и рассматривании против белого света получить изображение в натуральных цветах?

Мы уже знаем — в какие. Изображение, полученное с негатива, снятого за красным фильтром, нужно окрасить в голубой цвет, за зелёным — в пурпурный, за синим — в жёлтый.

Матрицы погружаются в водные растворы красителей и выдерживаются до тех пор, пока весь желатиновый рельеф не пропитается равномерно раствором красителя. Чем больше толщина рельефа, тем большее количество

красителя впитает в себя это место матричной плёнки. После окраски на каждой из матриц теперь ясно можно различить изображение снимаемого предмета.

Теперь остаётся последняя операция получения цветного изображения, — так называемый перенос. Если окрашенную матричную плёнку плотно прижать к размоченному в воде слою чистой желатины, то краситель начнёт переходить, или, как говорят, диффундировать, из матричного рельефа в желатиновый слой. В более толстых частях рельефа содержится большее количество красителя, и окраска чистой желатины под этими местами в результате переноса будет более плотной. После снятия матричной плёнки на чистом желатиновом слое мы получим как бы отпечаток матричного изображения в каком-нибудь одном цвете.

Далее на полученное изображение накладывается матрица другого цвета, и перенос другого красителя совершается этим же путём. Сюда же переносится и третий краситель. Совершенно ясно, что нужно соблюдать строжайшее совмещение всех контуров переносимых изображений. В противном случае полученное цветное изображение будет нерезким, расплывчатым. Если теперь рассматривать полученное изображение, против белого света, то мы увидим предмет в его натуральных цветах.

Этим же способом можно получать цветное изображение и на бумаге. Для этой цели применяют бумагу, покрытую слоем чистой прозрачной желатины. На размоченную в воде бумагу накладывают последовательно все три матричные плёнки, окрашенные в соответствующие цвета. Все красители переходят в желатиновый слой, и таким образом получается цветное изображение. Нужно заметить, что при современном состоянии техники последний способ даёт более прочные изображения, не выцветающие под действием солнечного света.

8. **КИНЕМАТОГРАФИЯ**

А. **Как снимают движущийся предмет**

Каждый день миллионы советских людей смотрят на экранах кинофильмы, повествующие ярким и правдивым языком о жизни, борьбе и творчестве строителей коммунистического общества.

Кинематография, основой которой является та же фотография, стала развиваться в конце 19-го столетия, и приоритет в этой области, принадлежит русским учёным и изобретателям. Стало документально известно, что изобретатели Н. А. Любимов и И. А. Тимченко 9 января 1894 года осуществили показ первых кинематографических картин, опередив на год с лишним французских изобретателей, которым не так давно совершенно незаслуженно приписывалось первенство в этом деле. Известно также, что и другие конструкторы того времени — И. Яновский, А. Д. Самарский и И. А. Акимов — были действительными новаторами, построившими приборы для съёмки кинематографических картин и для демонстрации их на экране. В годы советской власти кинематография стала развиваться невиданными темпами. Товарищ Сталин сказал, что «кино в руках Советской власти представляет огромную, неоценимую силу.

Обладая исключительными возможностями духовного воздействия на массы, кино помогает рабочему классу и его партии воспитывать трудящихся в духе социализма, организовывать массы на борьбу за социализм, подымать их культуру и политическую боеспособность».

Советское правительство высоко оценило роль кинематографии как мощного орудия массовой политической, художественной и научной пропаганды. Кинематографическая промышленность в нашей стране богато оснащена первоклассной отечественной съёмочной и проекционной аппаратурой, киностудиями, построенными по последнему слову техники, огромными фабриками и заводами. Во всей своей деятельности работники кинематографии руководствуются словами великого Ленина: из всех искусств для нас самым важным является кино.

Название «кинематограф» происходит от двух греческих слов: «кинематос» — движение и «графо» — пишу. Кинематограф — это прибор, записывающий движение при помощи фотосъёмки. Как же производится «запись» движения?

К удивительным особенностям человеческого, глаза относится свойство «запоминать изображение». Вы знаете, что если посмотреть днём на переплёт окна и закрыть после этого глаза, то и при закрытых глазах будет некоторое время сохраняться изображение оконного переплета. Опыт показывает, что как бы ни было коротко

цветовое воздействие, изображение в глазу сохраняется не менее одной шестнадцатой доли секунды.

Посмотрите на какой-нибудь движущийся предмет, например на бегущего человека. Если Вы при этом будете быстро моргать глазами, то впечатление непрерывного движения останется таким же, как если бы Вы смотрели на предмет, не закрывая глаз. А между тем, когда Вы закрываете глаза, предмет продолжает передвигаться, но Вы этого не видите. В момент быстрого открывания и закрывания глаза изображение на чувствительной сетчатой оболочке его практически остаётся неподвижным. В следующий момент движения оно также неподвижно, но предмет находится уже в другом положении, очень мало отличающемся от предыдущего. Благодаря свойству глаза «запоминать» изображение все отдельные моменты движения воспринимаются нами как непрерывный процесс.

На этом свойстве нашего глаза и основана вся кинематография. Киносъёмочный аппарат снимает на плёнке последовательно отдельные моменты движения, причём на каждом снимке движущийся предмет неподвижен, он как бы застыл на данный момент. Дальнейший процесс, как мы это сейчас увидим, сводится к быстрому последовательному проектированию на экран всех отдельных снимков. При этом и создаётся впечатление непрерывного движения-

В киносъёмочном аппарате есть и объектив и затвор, как в обычной фотокамере. Однако процесс съёмки совершается особым образом. Посмотрите на схематический рис. 27. За объективом (1) помещается рамка (2), через которую проходит киноплёнка (3). Между объективом и рамкой находится вращающийся круг с вырезом (4). Это так называемый обтюратор, вращающийся затвор. Плёнка проходит через рамку не плавным движением, а скачками. Механизм аппарата устроен так, что когда вырез вращающегося затвора находится против объектива (затвор открыт), то плёнка стоит неподвижно в рамке. В то время, когда затвор закрыт и свет от объектива не падает на плёнку, специальный подающий механизм, захватывая отверстия по краям плёнки, передвигает её так, что при следующем очередном открывании объектива в рамке будет находиться свежий участок плёнки, как говорят, новый кадр. При нор-

мальной съёмке эти передвижения повторяются двадцать четыре раза каждую секунду. Как видите, устройство киноаппарата очень напоминает устройство станкового пулемёта с той разницей, что вместо патронов подаются новые кадры киноплёнки, а вместо выстрела производится съёмка.

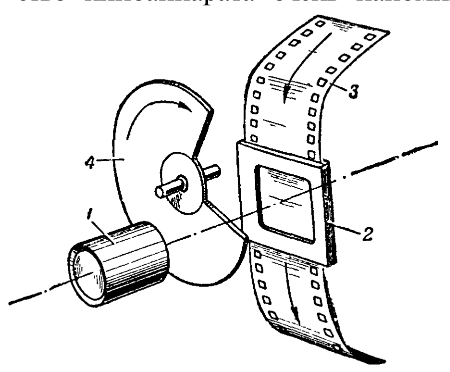


Рис. 27. Схема устройства киносъёмочного аппарата:
1 — объектив; *2* — рамка; *3* — кинопленка; *4* —вращающийся затвор

При съёмке движущегося предмета на каждом кадре после проявления мы получим отдельные последовательные моменты движения. При этом важно, чтобы на каждом кадре предмет получился резким, не размазанным, для чего затвор кинокамеры должен открываться на малую долю секунды.

С полученного негатива изготовляется позитивный отпечаток на плёнке. Это и есть кинофильм, который применяется для демонстрации в кинотеатрах. Образец такой киноплёнки приведён на рис. 28. Обратите внимание на положение танка на каждом из снимков.

Для демонстрации фильмов на экране применяется кинопроекционный аппарат. Механизм его очень напоминает механизм киносъёмочного аппарата. Здесь есть и объектив, и вращающийся затвор, и приспособление для прерывистого передвижения киноплёнки. Разница лишь в том, что в проекционном аппарате кадр позитивной плёнки, находящийся в рамке, освещается сзади сильным источником света, обычно электрической дугой Петрова. Как и в обычном проекционном фонаре или фотоувеличителе, на экране получается увеличенное изображение кадра.

Через рамку кинопроекционного аппарата плёнка проходит со скоростью двадцати четырёх кадров в секунду. Каждый раз, когда кадр меняется, вращающийся затвор перекрывает световые лучи и изображение на экране исчезает. Но благодаря «запоминанию» мы не ощущаем

этих перерывов, разве что если аппарат уж очень плохо отрегулирован. Каждое последующее изображение сливается с предыдущим, и предмет представляется на экране в непрерывном движении.

В современной кинематографии все процессы—съёмка, проявление, печатание и проектирование — механизированы. Большие машины проводят негативную заснятую плёнку через баки с проявителем, промывают и фиксируют её и затем сушат. Другие машины копируют с негатива сотни позитивных фильмов и осуществляют весь процесс проявления.

Всесторонняя механизация процесса производства кинофильмов немало способствовала тому, что кино стало массовым и доступным, политически чрезвычайно важным видом искусства, несущим великие идеи коммунизма широким массам Страны Советов.

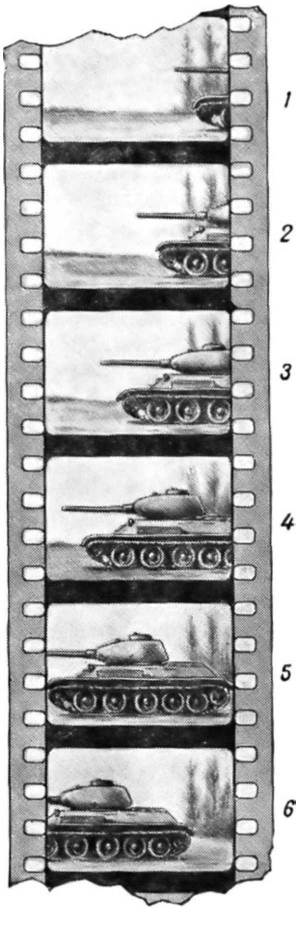


Рис. 28. Образец киноплёнки с кадрами, на которых снято последовательное перемещение танка

Б. **Замедленная проекция и замедленная съёмка**

Представьте себе, что мы производим киносъёмку движущегося предмета со скоростью не двадцати четырёх, а ста кадров в секунду. Если проектировать на экран полученный фильм с такой же скоростью, то никаких изменений в движении предмета мы не заметим. Но если осуществить проекцию с нормальной скоростью, то есть со скоростью двадцати четырёх кадров в секунду, то мы будем наблю-

дать любопытное явление. Все движения предметов будут почти в четыре раза замедлены. Медленно будет передвигаться бегущий человек, далеко выставляя ноги вперёд. Медленно и плавно летит ручная граната; видно, как она поворачивается при полёте; медленно поднимаются вверх брызги воды при разрыве снаряда; можно легко проследить их траекторию.

Здесь мы имеем новое средство распознавания, точного анализа быстрых движений. Здесь стало доступным то, что раньше не улавливалось глазом. Можно проследить взаимодействие частей ведущего огонь пулемёта или автомата, работу клапанов у двигателя внутреннего сгорания, проконтролировать точность работы орудийного расчёта и т. д.

Приёмом замедленной проекции мы как бы увеличиваем промежутки времени между двумя соседними положениями предмета. Недаром быструю киносъёмку называют «лупой времени».

Технические средства замедленной проекции и быстрой съёмки гораздо шире, чем мы их здесь описали. Современные специальные киносъёмочные аппараты могут производить более 10 000 снимков в секунду. Особыми приёмами можно получить ещё большее число кадров. В этих случаях делаются доступными для спокойного рассмотрения и изучения такие быстрые процессы, как полёт пули, разрыв снаряда, разрушение укреплений. Применяя эти технические приёмы, советские военные инженеры смогли значительно усовершенствовать и улучшить нашу боевую технику.

Таковы возможности замедленной проекции. Легко представить себе обратный случай — замедленную съёмку. Многие процессы в природе происходят чрезвычайно медленно. Возьмите, например, развитие растения. У кого хватит терпения смотреть, не отрывая глаз, многие десятки часов на выходящий из-под земли росток, вырастающий затем стебель и распускающийся цветок? А ведь только таким образом и можно подметить все особенности и детали развития каждой части данного растения. Можно, конечно, время от времени фотографировать растение и затем, рассматривая эти снимки, составить себе представление о процессе роста. Но кинематография позволяет сделать всё это гораздо более наглядным и динамичным.

Около ящика с высаженными семенами растений укрепляют киносъёмочную камеру. Автоматическое приспособление производит периодически только один снимок на плёнке, скажем, через каждые десять часов. Через несколько недель работы автомата на киноплёнке будут сняты все последовательные этапы развития растения. Если теперь такой кинофильм проектировать на экран с нормальной скоростью, то мы увидим замечательное зрелище. Раздвигая кусочки земли, поднимается вверх росток. Он увеличивается на наших глазах, крепнет, выбрасывает новые и новые листья и, если съёмка продолжалась достаточно долго, даёт бутон, который на наших глазах раскрывается, превращаясь в цветок.

Такими же способами можно показать другие медленные, не заметные для глаза процессы, например, распространение ржавчины по металлической поверхности, размывание водой гидротехнических сооружений и т. д.

9. ПРИЛОЖЕНИЯ ФОТОГРАФИИ

А. Воздушное фотографирование

Географическая карта представляет собой условный рисунок местности, видимой как бы с очень большой высоты. Читатель, вероятно, не раз обращал внимание на то, что из окна самолёта или с вершины высокой горы местность, расстилающаяся внизу, очень напоминает географическую карту. Совершенно естественно возникает мысль об использовании фотографического аппарата для изготовления планов и карт. Изобретатели полагали, что для этого нужно только поднять фотоаппарат на привязном воздушном шаре и произвести несколько снимков, которые в дальнейшем можно было бы применить в качестве карт. На самом деле задача воздушного фотографирования оказалась значительно более трудной.

Фотографирование с воздушного шара в России было произведено в 1886 году воздухоплавателем Л. Н. Зверинцевым, который пользовался специальной фотокамерой, сконструированной и изготовленной руководителем фотографического отдела Русского технического общества В. И. Срезневским. В 1898 году русский изобретатель Р. Ю. Тилле сконструировал первый в мире специальный автоматический аппарат для воздушной фотографии. Этот аппарат состоял из семи фотоаппара-

тов, которые одновременно производили съёмку большой площади. Оригинальная конструкция Тилле два-три десятка лет назад была «заимствована» некоторыми американскими и немецкими фирмами.

Особенно широко воздушная фотография стала применяться в авиации. В начале девятисотых годов русские инженеры создали аэрофотоаппарат для самолётов, снабжённый приборами для регистрации высоты, с которой производился снимок, и времени, в которое он был произведён. Этот аэрофотоаппарат в отличие от всех предыдущих заряжался не пластинками, а плёнкой.

Во время войны 1914—1917 годов на вооружении авиации русской армии состоял полуавтоматический аэрофотоаппарат системы русского изобретателя полковника В. Потте. По своим тактико-техническим свойствам он далеко оставлял позади аэрофотоаппараты иностранных армий. Таким образом, во время войны все крупные операции обеспечивались воздушной фоторазведкой для выявления системы обороны, концентрации боевых сил и техники противника и т. п.

В период гражданской войны в Советской стране уже существовали школы, готовящие специалистов фотослужбы для Военно-воздушных сил. Воздушная фоторазведка оказывала огромную помощь боевым действиям Красной Армии против белогвардейцев и иностранных интервентов.

Больших успехов достигла аэрофотосъёмка в период мирного социалистического строительства в связи с задачами развития народного хозяйства.

В совершенствовании методов аэрофотосъёмки большое участие принимает гражданская авиация, работу которой в этой области обеспечивают созданные мощные оптико-механические и фотохимические заводы. В советской научной литературе появляются капитальные труды по теоретическим и практическим вопросам воздушного фотографирования В. Ф. Найдёнова, Н. Г. Келль, П. П. Соколова и других.

В годы Великой Отечественной войны технический и теоретический уровень советских работ в области воздушной фотографии оставил далеко за собой иностранные достижения. Аэрофотослужба Военно-воздушных сил пользовалась аппаратурой, изготовленной на отечественных заводах из отечественных материалов. Высокое ка-

чество приборов помогало нашим лётчикам с честью выполнять задания командования по воздушной разведке. Снимки, получаемые при помощи отечественной аппаратуры, были настолько совершенными, что после фотограмметрической обработки давали и координаты артиллерийских целей, и схемы разведки, и топографические карты.

Фотоаппарат для воздушного фотографирования представляет собой сложный автоматический прибор. К отдельным частям аппарата предъявляются очень высокие требования.

Объектив такой камеры должен давать изображение большого формата, то есть, как читатель уже знает, он должен быть длиннофокусным. От объектива требуется большая светосила (от 1 : 2,5), чтобы обеспечивать возможность коротких экспозиций при съёмке (от $^1/_{50}$ секунды и меньше), необходимых при большой скорости движения самолёта. Он должен быть очень совершенным, то есть давать максимально резкие изображения предметов, что необходимо для их дальнейшего распознавания.

Такой объектив был создан лауреатом Сталинской премии М. М. Русиновым и получил широкое распространение в воздушной фотографии. Заводка и спуск затвора, передвижение плёнки — всё это полностью автоматизировано, чтобы не отвлекать внимание лётчика и не отнимать у него времени. Камера для воздушного фотографирования отличается от обычных фотоаппаратов тем, что у неё нет приспособлений для наводки на фокус: объект съёмки находится всегда далеко, так как фотографировать приходится с большой высоты.

На рис. 29 изображён советский' аэрофотоаппарат АФА-33. Он состоит из фотоустановки (подставки) (1), на которой укреплена камера, камерной части (2), объективной части (3), в которой находятся объектив и затвор, и кассеты (4). Отдельный механизм (5) управляет заводкой и спуском затвора и передвижением плёнки. Он же приводит в движение маленькую воздуходувку (6). Это странное на первый взгляд приспособление служит для прижимания плёнки в момент съёмки сжатым воздухом к специальному столику. В этом случае поверхность плёнки делается совершенно ровной, что чрезвычайно важно для получения резкого и точного снимка. Фотоаппарат

АФА-33 — полный автомат; будучи приведён в действие, он может делать от одного до пятнадцати снимков в минуту.

Экспонированная плёнка проявляется в специальном приборе, и с полученных негативов печатаются позитивы на фотобумаге. Такой фотоснимок и служит фотодонесением. Для донесения о каком-нибудь одном военном объекте часто бывает достаточно одиночного снимка.

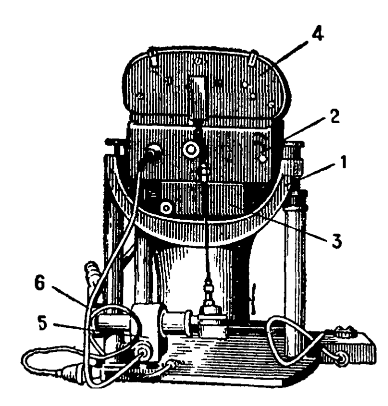


Рис. 29. Советский аппарат для воздушного фотографирования АФА-33:

1 — фотоустановка; *2* — камерная часть; *3* — объективная часть; *4* — кассета; *5* —механизм управления затвором; *6*—воздуходувка

Но как быть, если необходимо сфотографировать большой участок местности, в несколько сотен квадратных километров? Чтобы не перепутать снимки при их складывании и не исказить масштабов изображения, съёмку производят следующим образом.

Самолёт идёт заданным курсом, и фотоаппарат автоматически производит съёмку с такой скоростью, чтобы полученные снимки несколько перекрывали друг друга, то есть, чтобы на каждом последующем снимке выходила часть предметов, имеющаяся на предыдущем. Затем самолёт проходит курсом, параллельным первому. Теперь фотографирование производится так, чтобы последовательные снимки не только перекрывали друг друга, но и захватывали часть объектов, полученных при съёмке на первом курсе. Готовые снимки складываются так, чтобы линии на местности (дороги, железные дороги, реки и т. п.), обрывающиеся на одном снимке, продолжались на другом. В этом случае можно быть уверенным, что снимки не будут перепутаны и масштабы не будут искажены.

Нужно, однако, заметить, что при воздушном фотографировании невозможно получить все снимки такими, чтобы при складывании они сразу давали точную карту

местности. Дело в том, что, во-первых, высота, с которой производится съёмка в полёте, все время меняется и, во-вторых, самолёт никогда не находится в строго горизонтальном положении. И то и другое несколько искажают енимки. Поэтому для получения точной карты местности негативы проходят сложную обработку при помощи приборов, называемых фототрансформаторами. Теория фотэтрансформирования аэрофотоснимков была разработана в конце прошлого столетия профессором В. Ф. Найдёновым. При этой операции снимки несколько увеличиваются или уменьшаются, устраняются искажения, полученные при съёмке с накренившегося самолёта, и т. д. Только теперь сложенные вместе отпечатки дадут точное изображение местности. Это изображение будет все же отличаться тем, что на нём не обозначены высоты и низменности, как на настоящей карте.

Если в условиях военного времени воздушную съёмку нужно произвести ночью, то с самолёта сбрасывают осветительную бомбу, зажигающуюся на заданной высоте. Известны и другие способы ночного фотографирования, разработанные советскими учёными.

Огромное значение имеет воздушная фотография в мирном строительстве нашей страны. При её помощи коренным образом облегчается изготовление планов и карт местности. Воздушная фотография играет большую роль в геологических разведках, так как она позволяет обнаружить выходы горных пород на поверхность земли. Аэрофотоснимки помогают осуществлению сталинского плана преобразования природы — созданию лесозащитных полос на просторах нашей Родины.

Б. **Демаскирование при помощи фотографии**

Вы уже знаете, что фотографические эмульсии чувствительны не одинаково к лучам всех цветов. Если в эмульсию пластинки входит ничем не обработанное бромистое серебро, то такая пластинка будет чувствительна больще всего к голубому цвету. На неё почти не будет действовать красный цвет — И красное и чёрное полотно получатся на фотографии одинаково чёрными. Одинаково белыми выйдут и белая палатка и голубое небо. А ведь голубой и белый цвета, как говорят специалисты, имеют разную «светлоту»; голубой всегда темнее белого.

Начинающего фотографа не очень смущает такая неправильная передача оттенков, особенно если он занимается портретной фотографией. Но в технической и художественной фотографии к снимку предъявляются гораздо большие требования. Вспомните хотя бы о цветной фотографии, о получении трёх цветоделенных негативов. Тут уж обязательно каждый цвет должен давать различное потемнение пластинки, иначе цветная фотография была бы неосуществима. Вот такая избирательная чувствительность фотографических эмульсий к лучам разного цвета и может быть использована для особых случаев съёмки.

Возьмите синий карандаш и напишите на бумаге несколько слов. После этого красным карандашом довольно плотно заштрихуйте написанное так, чтобы ничего нельзя было прочесть. Но, оказывается, заштрихованные буквы можно сделать видимыми, если использовать свойства светофильтров. Посмотрите на написанное при ярком свете через красное стекло и Вы снова сможете различить буквы. Почему это происходит?

От изображения на бумаге отражаются лучи и красного и синего цвета. Но первые свободно проходят через красное стекло, и красная штриховка исчезает на белом фоне бумаги. Синие же лучи задерживаются красным стеклом, и поэтому на месте написанного Вы видите почти чёрные буквы.

Мы проделали этот опыт, не применяя никакой фотографии. Но фотографическая пластинка может быть сделана неизмеримо более чувствительной к определённому цвету, чем наш глаз. И поэтому, повторив тот же опыт с фотоаппаратом, панхроматической пластинкой и красным светофильтром, мы получили бы гораздо лучшие результаты.

Применяя специально очувствлённые пластинки и ходошо подобранные светофильтры, можно таким образом расшифровывать старые документы, запачканные и залитые другими чернилами. От зоркого глаза фотоаппарата не укроются и всякие подделки и подчистки на бумаге, потому что подскобленное место отражает свет совсем по-иному, чем чистая бумага.

В настоящее время фотографическим способом удаётся обнаруживать даже старые картины, поверх которых имеется живопись более позднего происхождения.

В 1894 году русский фотограф Е. Ф. Буринский применял способ подобной фотографической расшифровки документов, написанных еще в 13-м веке, полуистертых, выцветших и представлявших собой практически невидимые письмена.

При помощи фотографии можно обнаруживать предметы, замаскированные под цвет местности. Вы знаете, что подходящая по цвету зелёная краска служит хорошим средством для маскировки объектов в зелени. Можно так хорошо подобрать цвет, что никакой наблюдатель даже в бинокль не сможет различить замаскированного предмета. Но фотографическая пластинка гораздо более чувствительна к различным оттенкам зелёного цвета, чем наш глаз. Две зелёные краски, кажущиеся нам одинаковыми, на самом деле по-разному отражают лучи спектра, и это сейчас же обнаружится при съёмке на специально очувствлённых фотопластинках. Таким образом, только фоторазведка может раскрыть тщательно замаскированные объекты.

Наш глаз видит не все лучи спектра, а только красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый. Учёные давно уже знают, что, кроме видимых лучей спектра, существуют и не видимые простым глазом — ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Ультрафиолетовые лучи очень активны в химическом отношении и сильно действуют на фотографические эмульсии. Существуют светофильтры из очень тёмного стекла, почти целиком задерживающие видимый свет, но пропускающие ультрафиолетовые лучи. Если через такое стекло долго смотреть на источник ультрафиолетовых лучей, например, на солнце, медицинскую кварцевую лампу, дугу электросварочного аппарата, то можно очень сильно повредить себе глаза, хотя источник света будет почти совсем невидим.

Инфракрасные лучи в большом количестве испускаются накалёнными предметами или даже сильно нагретыми телами, которые еще не светятся в темноте. Фотографическая пластинка может быть очувствлена и по отношению к инфракрасным лучам. На такой пластинке, пользуясь специальным объективом, можно сфотографировать в полной темноте, например, горячий двигатель автомашины. Можно в полной темноте сфотографировать любые предметы, «осветив» их невидимыми инфракрас-

ными лучами, например, при помощи прожектора, закрытого тонкой, непроницаемой для видимого света эбонитовой заслонкой.

Фотографические пластинки, очувствлённые по отношению к инфракрасным лучам, находят себе широкое применение в воздушной фотографии, так как они мало чувствительны к голубым лучам, всегда мешающим при съёмках такого рода. На таких пластинках и плёнках можно получать чёткие снимки с большой высоты, через голубую дымку и туман, то есть в таких условиях, в которых обычные пластинки совершенно не пригодны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой книжке читатель познакомился с тем, как получается фотографическое изображение, как учёные придумали способы закрепления этого изображения, как производятся фотографические материалы и как устроены фотоаппараты.

У нас, в Советском Союзе, фотография получила настолько широкое развитие, что перечисленные вопросы, вероятно, не были очень сложными для читателя, исключая, может быть, описание способов цветной фотографии.

Перспективы развития фотографии в Советском Союзе огромны. Из этой книжки читатель узнал только о некоторых применениях фотографии — воздушной фотографии и демаскировании. Но фотография используется ещё во многих отраслях знания. Возьмём, например, астрономию. Телескоп, снабжённый фотографической камерой, является мощным инструментом для изучения бесконечных пространств вселенной. Действительно, далёкие звёзды, кометы и планеты, не различимые человеческим глазом даже в телескоп, при очень продолжительном воздействии на фотопластинку оставляют на ней след и таким образом делаются доступными для изучения. Можно сказать, что звёздная фотография в сильнейшей степени расширила наши знания о вселенной.

Применение фотографии сделало возможным изучение строения материи. В настоящее время при помощи специальных приборов, в которых узкий пучок рентгеновских лучей пропускается через кристалл исследуемого вещества, можно получить картину расположения атомов в этом кристалле. Но рентгеновские лучи невидимы, и

здесь на помощь опять-таки приходит фотография. Рентгеновские лучи, проходя через кристалл, действуют на светочувствительный слой, и на фотопластинке получается сложное изображение из пятен или полос, расшифровывая которое, учёные могут точно измерить расстояния между атомами в кристаллическом веществе.

Измерение расстояния между звёздами и расстояния между атомами — вот как широко поле деятельности исследователей, применяющих фотографию!

Фотографическая камера легко может быть приспособлена к микроскопу, и тогда естествоиспытатель имеет возможность запечатлеть на фотопластинке своеобразный мир бактерий и микробов, строение животных и растительных клеток и тканей. Это применение фотографии носит название микрофотографии.

Очень часто микроскоп соединяют с киносъёмочной камерой; тогда вся жизнь и движение мельчайших организмов могут быть сняты на киноплёнку и продемонстрированы на экране для большой аудитории.

Читатель уже знает, как совершается киносъёмка и проекция на экран. Но ведь все наши современные кинофильмы — звуковые; как же при проекции воспроизводится звук? Здесь на помощь приходит опять-таки фотография.

Звуковые колебания, которые производит голос актёра, говорящего перед микрофоном, преобразуются в электрические колебания. Электрические колебания воздействуют на механизм, меняющий ширину щели, через которую проходит узкий пучок света, падающий на движущуюся светочувствительную киноплёнку. Так как ширина пучка света меняется с такой же частотой, что и звуковые колебания, на плёнке после её проявления получается зубчатая линия — фотографическая запись звуковых колебаний.

На киноплёнке эта запись расположена сбоку от снятых кадров и называется звуковой дорожкой или фонограммой. Как же теперь превратить эту запись снова в звуковые колебания? Это делают следующим образом. Во время проицирования кинокартины через звуковую дорожку пропускают тончайший луч света. Зубчатая линия фонограммы, пересекая луч, меняет его интенсивность. Такой «колеблющийся» луч падает на прибор, называемый фотоэлементом, превращающий быстрые

изменения интенсивности света в электрические колебания. Электрические колебания после их усиления поступают в обычный громкоговоритель, и мы снова слышим голос актёра, говорившего перед микрофоном.

Советская фотография находит не только научные и технические применения. Фотография в стране социализма помогает критическому освоению всего ценного, что создала многовековая человеческая культура. Фотография сделалась у нас могучим средством массовой агитации и пропаганды. Все фотоснимки, появляющиеся у нас в газетах и журналах, на выставках и в книгах, отображают небывалый расцвет науки, техники и искусства, повествуют о неустанной заботе Партии и Правительства в укреплении обороноспособности нашей Родины, дают яркие портреты советских людей, передовиков и новаторов производства.

Целая армия фотокорреспондентов, вооружённая первоклассными советскими фотографическими аппаратами и вдохновляемая в своей деятельности решениями ЦК ВКП(б) по идеологическим вопросам, неустанно работает над созданием новых и новых высокохудожественных, политически заострённых фотографических документов великой сталинской эпохи строительства коммунистического общества.



ЛИТЕРАТУРА ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ ФОТОГРАФИИ

В. Микулин, Первая книга по фотографии, Изд. 7-е, Госкиноиздат, Москва, 1948.

В. Яштолд-Говорко, Руководство по фотографии, Изд. 2-е, Госкиноиздат, Москва, 1948.

И. Н. Чёрный, Цветная фотография на многослойных плёнках, Журнал «Природа» № 6, июнь 1949.

А. Д. Головня и Е. А. Иофис, Современная техника фотографического процесса, Изд. «Правда», Москва, 1949.

А. Иорданский, К. Мертц, Н. Овечкис, В. Чельцов, Цветная фотография на трёхслойных светочувствительных материалах, Госкиноиздат, Москва, 1949.

Е. М. Голдовский и Е. А. Иофис, Современная техника цветной кинематографии и фотографии, Изд. «Правда», 1949.
